جامعة اليرموك
كلية الآثار والأنثروبولوجيا
قسم الآثار

المواد الأولية وتقنية صناعة الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج المكتشف من موقع يعمون/ شمالي الاردن (موسمي ٢٠٠٠ و٢٠٠٥): دراسة تحليلية علمية

Raw Materials and Manufacturing Technology of Ayyubid/Mamluk Glazed Pottery Excavated from Ya'mun/North Jordan (Seasons 2000 and 2005): An Achaeometric Study

إعداد
هبه عادل أبو دلو

إشراف
د. أحمد الشرمان

التخصص: العلوم التطبيقية في الآثار

المواد الأولية وتقنية الصناعة للفخار الايوبي/المملوكي المزجج المكتشف من موقع يعمون/ شمالي الاردن (موسمي ٢٠٠٠ و٢٠٠٥): دراسة تحليلية علمية

اعداد

هبه عادل ابو دلو

بكالوريوس اثار من جامعة اليرموك

قدمت هذه الرسالة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في تخصص العلوم التطبيقية في الاثار في جامعة اليرموك، اربد، الاردن

وافق عليها

الدكتور احمد الشرمان..رئيسا

الاستاذ الدكتور زياد السعد..عضوا

الدكتور نزار الطرشان..عضوا

الإهداء

أهدي هذا العمل ..... الذي إنتهى بتوفيق من الرحمن إلى أبي العزيز صاحب الهمة العالية والإنتماء القوي والتواضع الكبير والنفس الكريمة الذي أفنى عمره وما زال يفنيه- حفظك الله لنا دوماً- بغرس هذه الصفات والأخلاق الرفيعة بكل فرد من أفراد عائلتي.

وإلى جوهرتي النفيسة التي لا تقدر بثمن يذكر..... إلى صاحبة الكرم والرضا والقلب الكبير ..... إلى حاملة جمال الروح وصاحبة الجنان التي أوصى بها الرحمن ..... أمي.

وإلى ورود دربي رفقاء عمري قلائد الشرف والكبرياء أصحاب المبادئ والقيم الرفيعة أصدقائي وزملائي وإخوتي (يزن – سارة- صبا).

إلى من أفتقد لهم بحنين الشوق المروي بدموع العين على أثر ذكراهم لطيبتهم وتشجيعهم لي مدى سنين حياتهم معي (جدتي، وعمي) تغمدهم الله برحمته.

الشكر والتقدير

الحمد والشكر لله عزوجل حمداً كثيراً مباركاً كما ينبغي لجلال وجه وعظيم سلطانه. أما بعد....
أتقدم بالشكر والتقدير لمشرفي الدكتور أحمد حسن الشرمان على ما قدمه لي من جهد ووقت لإتمام هذا العمل فكان لي خير متابع وموجه لإكمال هذه الدراسة بالشكل المطلوب، إضافة إلى منحي الكثير من الثقة والجرأة العلمية والعملية في مجال البحث والتصنيف وعملية التحليل التي قامت عليها الدراسة، كما أتقدم بالشكر للدكتور نزار الطرشان الذي مد لي يد المساعدة في عملية تصنيف الفخار المدروس وتزويدي لبعض المعلومات القيمة عن الموقع وأثاره.

كما أتقدم بالشكر لأعضاء هيئة المناقشة الأستاذ الدكتور زياد السعد والدكتور نزار الطرشان على تفضلهم بقبول مناقشة الرسالة وتحملهم عناء مراجعتها لإخراجها بأفضل صورة ممكنه.

الشكر الموصول إلى الأستاذ الدكتور جيروم روز والأستاذ الدكتور عبدالله الشرمان الذين كان لهم الفضل في الحصول على عينات الدراسة.

كما أتقدم بالشكر لمجموعة من الأساتذة الكرام في تقديم بعض الإرشادات والتشجيع على المتابعة والإستمرار لإنهاء الرسالة وتقديمها على الصورة المرجوه تتمثل بالدكتور معن عموش والدكتور خالد ابو غنيمة والدكتور زيدان كفافي.

وأتقدم بالشكر لجميع الكوادر العلمية من الفنين و المصورين والرسامين والخبراء في كلية الآثاروالأنثروبولوجيا في جامعة اليرموك(الأستاذ موسى سريل و الأستاذة سناء خصاونة والأستاذ فارس بدير والأستاذ رضوان الروسان، بالإضافة إلى مجموعة أخرى من الأساتذة (يوسف الزعبي وحسين ديباجه وموفق بطاينة وعلي العمري)، وجامعة العلوم والتكنولوجيا/TGA (الأستاذ أشرف المطلق)، هيئة الطاقة الذرية/ICP-OES (مدام سكينة جرار)، وقسم الجيولوجيا جامعة اليرموك/SEM (هديل حرزالله) لما قدموه لي من مساعدة تطلبت الكثير من الجهد والوقت في الجانب العملي من الرسالة.
وأتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى أصدقاء وزملاء الدراسة محمد البشتاوي و سلام الواكد وكفى النعمي ونور أسيد، ومحمود العمري و رنيم وهميس النابلسي على ما قدموه لي من عون ومساعدة علمية وعملية وإلى الأخت والصديقة التي قدمت لي أخر مراحل الإعداد والتجهيز في رسالتي من الناحية العملية والمعنوية. رغد الشريدة.

كما أتقدم بالشكر والعرفان لجميع الأقارب على بث روح الأمل والتفاؤل والإستمرار لإنجاز الرسالة، وإلى كل من لم أذكره على مساهمته و مساعدته حتي يرى هذا العمل النور.

هذا العمل ممول من قبل عمادة البحث العلمي والدراسات العليا في جامعة اليرموك، فلهم جزيل الشكر.

قائمة المختصرات

ADAJ:	Annual of the Department of Antiquities of Jordan
CPL:	Cross polarized light
EDX:	Energy dispersive x-ray
ICP-OES:	Inductively coupled plasma-Optical emmision spectroscopy
PPL:	Plane polarized light
SHAJ:	Studies in the History and Archaelogy of Jordan
SEM:	Scanning electron microscope
TGA:	Thermogravimetric analysis
XRD:	X-ray differaction

قائمة المحتويات

قائمة الاشكال

قائمة الجداول

الملخص

أبودلو، هبه عادل: المواد الأولية وتقنية صناعة الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج المكتشف من موقع يعمون/ شمالي الاردن (موسمي ٢٠٠٠ و٢٠٠٥): دراسة تحليلية علمية. رسالة ماجستير في جامعة اليرموك.٢٠١٤ (المشرف: الدكتور أحمد الشرمان)

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على المواد الأولية المكونة للعجينة الفخارية وطلاء التزجيج وتقنية الصناعة والمصدر الجغرافي لعينات من الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج المكتشف من موقع يعمون/ شمالي الاردن خلال موسمي من التنقيب الأثري (٢٠٠٠، ٢٠٠٥). صنفت هذه العينات إلى أربع مجموعات إعتماداً على لون طلاء التزجيج ثم تم وصفها من حيث اللون، العجينة، البطانة والزخارف، وأخذ قياسات لها كالسماكة والأقطار، وتم توثيقها بالتصوير والرسم. وإستخدمت طريقة التحليل الكيميائي بواسطة جهاز المطياف الضوئي المقرون بالحث البلازمي، ICP-OES لتحديد التركيب الكيميائي لطلاء التزجيج وجسم الفخار، والطريقة المعدنية من خلال فحص الشرائح تحت الميكروسكوب المستقطب وجهاز حيود الأشعة السينية (XRD) للتعرف على النسيج والمحتوى المعدني لعجينة الفخار، والطريقة الحرارية بإستخدم جهاز التحليل الوزني الحراري ونتائج (XRD) لتحديد درجة حرارة حرق الفخار. بالإضافة إلى دراسة نطاق التفاعل بين جسم الفخار وطبقة التزجيج بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) لتحديد تقنية التزجيج.

لقد دلت نتائج هذه الدراسة على أن تزجيج هذا الفخار هو تزجيج عالي الرصاص عموماً، وجاءت عينتان فقط بتزجيج متوسط الرصاص. وأجري هذا التزجيج بتطبيق خليط من محلول الرصاص والسيليكات على جسم الآنية الفخارية المحروقة أصلاً، والتي صنعت من عجينة متجانسة (طين غير كلسي غير حديدي) يحتوي على نسبة عالية من الكوارتز وذلك أدى للوصول إلى طبقة من التزجيج متوافقة مع جسم الآنية الفخارية.

أظهرت صور الميكروسكوب الإلكتروني الماسح أن صانعي الفخار الأيوبي/المملوكي حرقوا هذا الفخار بطريقة الحرق المزدوج على درجة حرارة فاقت ١٠٠٠م°، كما دل ذلك ظهور معادن المولايت و السبانيل في نتائج تحليل حيود الأشعة السينية في عجينة الفخار، تمت عملية الحرق في ظروف مؤكسدة، ودل على ذلك الألوان البنية المحمرة لعجينة هذا الفخار. لم تتطابق المواد الأولية المستخدمة في تصنيع العجينة الفخارية ومادة التزجيج مع ماهو موجود في موقع يعمون وهذا مؤشراً على أن الفخار ليس محلي الصنع. يمكن القول بأن صانعي الفخار

الأيوبي/المملوكي هذا كانوا على درجة عالية من المقدرة التقنية والمهارة في إختيار المواد الأولية، معالجتها، وتقنية حرقها.

الكلمات المفتاحية: المواد الأولية، تقنية الصناعة، الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج، التحليل العلمي، ويعمون.

ABSTRACT

Abo-Dalo, Heba Adel. Raw Materials and Manufacturing Technology of Ayyubid/Mamluk Glazed Pottery Excavated from Ya'mun/Northern Jordan (Seasons 2000 and 2005): An Achaeometric Study. Master of Applied Science in Archaeology Thesis, Department of Archaeology, Yarmouk University, 2014 (Supervisor: Dr. Ahmed Al- Shorman).

This study aims to investigate and determine raw materials, manufacturing technology, and provenance of a collection of Ayyubid/Mamluk glazed pottery excavated from Ya'mun/Northern Jordan in seasons 2000 and 2005. The samples were classified into four groups based on the color of glaze, then described according to color, paste, galze layer, and decorations, Finally they were photographed and drawn. Chemical composition of the paste and the body of the samples were analyzed using inductively coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES). Mineralogical content and texture of the pastes were investigated using polarized light microscope (thin sections) and X-ray diffraction (XRD) techniques. In addition to XRD results, thermogravimetric analysis (TGA) was used to determine the initial firing temperatures of the studied sherds. Finally, scanning electron microscope was used to investigate the interaction zone between the paste and the glaze layer to determine the glazing technique.

The results of this study indicated that in general, high lead glaze was used to produce the samples, only two samples were produced using medium lead glaze. This glaze had been applied on an already fired body using a mixture of lead and silicate liquid. The pastes of the pottery were

manufactured using non-calcareous and non-ferruginous clay contains a appreciable amounts of quartz, this leads to produce a glazing layer compatible with the body.

Scanning electron microscope images revealed that Ayyubid/Mamluk potters fired this pottery in a double-firing technique using temperatures exceeded 1000°C, this was indicated by the formation of mullite and spinel minerals in the pastes of the studied samples as XRD results showed. The firing process was performed in an oxidizing atmosphere pottery kiln as indicated by the brown and reddish brown colors of the pastes. The raw materials that were used in the manufacture of the glazing layers and pastes are not exist in Ya'mun and its' surrounding, this is a strong indication that the studied samples were not locally made. It's clear that the Ayyubid/Mamluk potters had a high degree of technical capability, skills to select the proper raw materials, process them, and the proper manufacturing technology.

Key words: Raw Materials, Manufacturing Technology, Ayyubid/Mamluk, Glazed pottery, Archaeometry and Ya'mun.

الفصل الأول

المقدمة

الفصل الأول

المقدمة

١,١ تمهيد

يعتبر الفخار من أهم وأغنى اللقى بالمعلومات الأثرية التي يمكن أن يتم العثور عليها في أي موقع أثري وذلك بسبب إنتشار إستخدامها على مختلف العصور ومقاومتها للتلف ، حيث يعتمد الأثاريون على تطورالشكل وأنماط الفخارالتي تميز العصور في تأريخ المواقع الأثرية ووضع الحدود الزمنية بين الفترات المختلفة.

تمكننا دراسة الفخار الأثري بشكل عام من معرفة التطور الذي حدث لتقنية الصناعة وكيفيتها، طرق تشكيلها، زخرفتها، تحضير العجينة، المواد المضافة، وذلك بإستخدام طرق التحليل المختلفة للمادة الفخارية (Fredericq and Franken, 1986:7). وهنا يكمن هدف الجانب الأخر من دراسات الفخار؛ العلمية التحليلية، التي تمكن الأثاريون من الإستدلال على بعض جوانب الحياة السائدة أثناء إستخدامها كالأوضاع السياسية والحالة الإقتصادية والعلاقات التجارية بين البلدان، وذلك من خلال إستخدام تقنيات التحليل الكيميائي والمعدني والحراري مثل: التحليل بإستخدام حيود الأشعة السينية، وتفلورها، والمجهر الضوئي المستقطب، والمجهر الإلكتروني الماسح والتي تعطي صورة عن المواد الأولية، تقنية الصناعة والمصدر الجغرافي لها سواء تم تصنيعها محلياً أم كانت مستوردة من مناطق أخرى إعتماداً على المواد الخام التي صنعت منها (Van As, 1995: 541; Rice, 1987: 310-314; Goffer, 1980: 108).

أما تزجيج الفخارفيعود ظهوره إلى حوالي ٥٠٠٠ سنة قبل الميلاد حسب رأي (Fraser, 1973:1)، ومع ذلك هناك إختلاف قائم بين الباحثين حول المصدر الأول الذي إستخدم وعرف صناعة الزجاج والتزجيج، وتشكل لدى مجتمع العلماء عدة أراء حول هذا الموضوع مفادها أن الصناعات الأولى للتزجيج تعود إلى إحدى ثلاث مناطق هي العراق، مصر، وسوريا. إن توصل الخزاف لعملية التزجيج يدل على مدى التطور الذي وصلت إليه صناعة الفخار، حيث أن التزجيج كان يؤدي أغراض متنوعة؛ منها جمالية زخرفية، أخرى تقنية لإخفاء بعض العيوب، وتحسين من صفات المادة المصنوعة، زيادة صلابة جسم القطع الفخارية؛ لإغلاق المسامات ومنع نفاذ السوائل، وتسهيل تنظيفها (Fraser, 1973: 1-2). فالتزجيج هو إضافة طبقة من الزجاج إلى سطح المادة الفخارية أو هي السائل الزجاجي الذي يتم تطبيقه بأساليب مختلفة إلى

سطح المواد الفخارية، الذي عرف في مصر منذ نهاية الألف الخامس قبل الميلاد، ودليل ذلك ما وجد في مقبرة جزرة حيث عثر على خرز بطلاء أزرق، وفي العراق عرف في حوالي ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد (عبد الخالق، ١٩٧٦: ١٨)، أما الصناعة الفعلية للزجاج بدات فعلاً حوالي ٣٠٠٠ سنة قبل الميلاد (Goffer, 1980: 137).

تركزت صناعة التزجيج في نوعين رئيسين هما: التزجيج القلوي؛ وهو مصنوع من كوارتز، صودا، البوتاس، والتزجيج الرصاصي؛ الذي صنع من الرصاص والسيليكا ويتميز بمظهر لامع وبسماكة أكبر (عبد الخالق، ١٩٧٦: ٤٠).

إن المكون الأساسي (Former) للزجاج الأثري هو مادة السلكيا (SiO_2)، الذي يتطلب صهرها درجة جرارة عالية تزيد عن ١٧٠٠ م° ، لذا كان من الصعب على الإنسان الوصول إلى هذه الدرجة، وبالتالي إهتدى الإنسان إلى إستخدم مواد مساعدة على الصهر تعرف بالمعدلات (Modifiers or Fluxes) وأهمها الصودا والبوتاس التي تضاف لإذابة السليكا ضمن درجات حرارة أقل تصل إلى ٧٠٠ م° . حيث نتج عن إستخدام المعدلات ذوبان المادة الناتجة في الماء لذلك قام الصانع بإضافة ما يعرف بالمثبتات (Stabilizers) (Alkaline earth oxides) إلى المادة المصهورة؛ لتقلل من قابلية ذوبان الزجاج في الماء (Goffer, 1980:140).

أما المواد التي تضاف إلى مكونات الزجاج بهدف تلوينة (Colorants) فتعرف بلأكاسيد المعدنية وكانت هذه الأكاسيد كثيرة ومتنوعة، ويتم ذلك بكمية محدودة وظروف مناسبة (درجة الحرارة وجو الاحتراق) لإعطاء اللون المرغوب فيه إلى الزجاج ومن أهم الأكاسيد الملونة والشائعة في الإستخدام أكاسيد كل من : النحاس، الحديد، المنغنيز، القصدير، النيكل، الرصاص، الكوبالت، والكروم.

بالرجوع الى (Rice, 1987: 337) يمكن وصف هذه الملونات كالاتي:

وتقسم هذه الملونات إلى قسمين من أكاسيد أهمها:أكاسيد النحاس وأكاسيد الحديد أما اكاسيد النحاس :

(Copper Oxide) : ويتمثل بنوعين أساسين يمكن الحصول عليهما أو تحديدهما بناءاً على جو الإحتراق وهما اوكسيد النحاسيك (CuO) الذي يعطي ألوان مختلفة وبدرجات متنوعة كالأخضر والأزرق ضمن جو إحتراق مؤكسد، أما إذا كان جو الإحتراق مختزل فنحصل على

اللون الأحمر النحاسي ويطلق عليه اوكسيد النحاسوز(Cu_2O).في حين تحددت *أكاسيد الحديد (Iron Oxide)*: في نوعين حسب جو الإحتراق هما: اوكسيد الحديدك (Fe_2O_3) الذي يعطي اللون الأصفر والبني، والبني المائل إلى الصفرة ضمن جو إحتراق مؤكسد، أما اوكسيد الحديدوز (FeO) في جو مختزل فهو يعطي اللون الأزرق ،الرمادي والأحمر. بالإضافة إلى مجموعة اخرى من الأكاسيد الملونة تتمثل في:

اوكسيد النيكل (Nickel Oxide): يعطي لون رمادي أو بني إذا كان جو الإحتراق مؤكسد، أما إذا كان مختزل يعطي اللون الرمادي. *اوكسيد الكوبالت (Cobalt Oxide)*: يعطي اللون الأزرق سواء في جو الإحتراق المؤكسد أو المختزل. *اوكسيد الكروم (Cromanium Oxide)*: يعطي اللون الأخضر في الجو المؤكسد، أما اللون الأصفر يتكون إذا كان الجو مختزل. *اوكسيد المنغنيز (Manganise Oxide)*: يعطي اللون الأرجواني، الأرجواني المائل إلى الأزرق والأسود اذا كان جو الإحتراق مؤكسد، في حين يعطي اللون البني في جو إحتراق مختزل.

اوكسيد الرصاص (Lead Oxide): يعتبر مادة صاهرة أو مساعدة على الصهر، يتم إضافته إلى الزجاج في درجات حرارة منخفضة، حيث يساعد في قوة الألوان وحدتها كما يعطي الزجاج لمعاناً مميزاً (Goffer, 1980:141).

بعد الإنتهاء من عملية تشكيل وتجفيف الفخار تأتي عملية الحرق للحصول على آنية صلبة، حيث تبدأ عملية تبخر الماء نتيجة إرتفاع درجة الحرارة ومن ثم تحدث سلسلة من التغيرات خاصة في تركيب بعض المعادن التي تحتوي عليها العجينة مع إرتفاع درجة الحرارة لتصبح أكثر صلابة، وتحدث هذه التغيرات بسبب تأثير عدد من العوامل أهمها: مدة الحرق ، درجة الحرارة، وبيئة الإحتراق (Rice, 1987: 80). وتعتمد درجة حرارة الحرق على نوع الفرن المستخدم والوقود، أما ظروف الحرق فتعتمد على وجود الغازات في الفرن سواء مؤكسد أو مختزل، وهذا يتوقف على طبيعة الوقود المستخدم وعملية الدوران الحراري في الفرن، حيث تكون أكثر صعوبة في الأفران المكشوفة (الهواء الطلق)، بسبب تأثير الرياح (Shepard, 1985: 85).

وتتم عملية الحرق للفخار مع أو بدون إستخدام الأفران، أما الحرق بدون فرن في الهواء الطلق تتم بدرجة حرارة منخفضة وبمدة حرق قصيرة ويكون الفخار فوق الوقود المستخدم، فيحرق الجزء الملامس للوقود أما العلوي البعيد لا يتم حرقه بشكل جيد لذلك توصف عملية الحرق فيها بعدم الإتقان وتتراوح درجة الحرق ما بين ٦٠٠- ٨٥٠م° (Rice, 1987: 153). ومما سبق

يمكن الإشارة هنا أن هذا النوع من الحرق لا يمكن إستخدامه لإنتاج الفخار المزجج؛ بسبب ألتماس والإلتصاق للآنية الفخارية مع الوقود والأدوات الأخرى.

في حين تم التعرف على العديد من أنواع الأفران التي إستخدمت لحرق الفخار أهمها: فرن على شكل حفرة، فرن التيار الصاعد، فرن التيار الهابط. ويمكن الحصول على درجة حرارة مرتفعة وعملية حرق متقنة لكافة الآنية الفخارية وتتراوح درجة الحرارة الحرق ما بين ٩٠٠-١٠٠٠م° في النوعين الثاني والثالث، ويتم ترتيب الأواني الفخارية بمكان مخصص ومفصولة عن بعضها، كما أن دوران الحرارة والتحكم بظروف الحرق بشكل أفضل؛ وهذا ما أتاح إستخدامها لإنتاج الفخار الزجج. أما النوع الأول، الحرق على شكل حفرة، فإنه شبيه بطريقة الحرق دون فرن ولا يستخدم لحرق الفخار المزجج (Rice, 1987: 158,160-161).

تعتبر صناعة الأواني الفخارية إحدى أهم الصناعات في الحضارة الإسلامية، وتميزت هذه الصناعة بالجودة العالية من حيث طريقة إعداد المواد الأولية، كيفية تشكيلها، طرق زخرفتها، إستخدام الألوان ذات الطلاء اللامع على أسطح الأواني، ومعرفة كيفية ضبط درجات الحرارة اللازمة لحرق الفخار (واطسن، ١٩٨٥: ٢٠٦). وقد كان للمسلمين الفضل الأول في إبتكار صناعة الفخار ذو البريق المعدني في العراق، وعلى وجه الخصوص في مدينة سامراء، الرقة والرصافة. تعود صناعة هذا الفخار إلى نهاية القرن الثامن وبداية القرن التاسع الميلادي. كانت هذه المدن مراكزهامة لصناعة هذا النوع من الفخار، كما كان هذا الفخار الأعلى تكلفة؛ لما ا□نفق عليه من الناحية الجمالية، وإستبدل بالأواني الذهبية والفضية لدى الخلفاء والحكام. إستمر تصنيع وإنتشار هذا النوع خلال القرنين الثاني والثالث عشر الميلاديين (رايس، ١٩٧٧: ٤٥؛ الألفي، ١٩٦٧: ٢٦٢؛ ديماند، ١٩٥٣: ١٧٥-١٧٤).

جاءت الصناعات الفخارية في الفترة الأيوبية/المملوكية لتواصل ما كانت عليه في الفترات الإسلامية الأولى، وتعد هذه الفترة من أكثر الفترات إزدهاراً للصناعات الفخارية من حيث عملية الزخرفة ، فقد لاقت القطع الفخارية في هذه الفترة اهتماماً كبيراً من قبل الخزاف المسلم حتى إرتقت إلى درجة عالية من ناحية الإختلاف في الأشكال والزخارف النباتية والهندسية والكتابية. أسهم إنتشار الرخاء والغنى في أجزاء الدولة الإسلامية في هذه الفترة بشكل كبير في تحقيق التقدم الصناعي، ومن هنا أظهر الخزاف المسلم تطوراً كبيراً في صناعات الفخار التي اقتصرت صناعتة في المراكز الحضارية على وجه التحديد، وكانت الأواني الفخارية متقنة الصنع وفائقة الجودة، أما الانواع الأخرى فقد كانت أقل جودة كالفخار الأيوبي المملوكي المزجج (عطية،

١٩٩٤: ٩٩). وقد قسم الفخار في هذه الفترة إلى صنفين هما: الفخار المدهون والفخار المزجج، أما الفخار المدهون الذي كان يدوي الصنع فقد تميز بوجود الشوائب في العجينة، وتم حرقه على درجات حرارة متوسطة وتميز أيضاً بوجود جدار سميك ذوعدة ألوان، كالأحمر الداكن والأرجواني والبني والأسود في حين تميز الفخار المزجج بنقاء العجينة والحرق الجيد، وبأشكال مختلفة من الزخارف تحت طبقة من التزجيج ذات لون داكن (Brown, 1992:194). كما وظهرت الكتابات على الفخار كنوع من الزخرفة، وجاءت بخطوط مختلفة منها الثلث والكوفي. وقد ظهر نوع أخر من الفخار في سوريا ومصر عرفت عجينته بعجينة الفخار تحت التزجيج وتميز بعدة ألوان كالأخضر والأزرق الفيروزي والأسود (Fuller, 1987: 81).

إن الإنتشار الكبير للفخار الأيوبي/المملوكي في الاردن لدليل واضح على التطور وربما الرخاء الإقتصادي الذي تمتعت به المنطقة أنذاك كونها نقطة وصل بين سوريا ومصر (حسين، ١٩٨٨ :٧٢)، وأدى ذلك إلى تعدد طرق التصنيع باليد أو الدولاب وأساليب الزخرفة بإسلوب الضغط على العجينة أوبعمل أشكال بارزة أومحززة على السطح، أو أشكال أخرى حيوانية ونباتية وهندسية بلون واحد أو أكثر(رايس، ١٩٧٧: ٢٣٩؛ حسن، ١٩٤٨: ٢٦١).

١. ٢ أهمية الدراسة

تعد دراسة الفخار إحدى الدراسات الهامة التي تزودنا بمعلومات قيمة ومتعددة عن الحضارات والامم السابقة، وتزودنا دراسة القطع المزججة منها بمعلومات أدق عن تقنية الصناعة ومهارة الصانع. فالدراسة العلمية للفخار المصنع بطرق مختلفة ومتقنة نوعاً ما تعكس التقدم التقني للمجتمعات التي قامت بصنعه، كما وتعطي صورة عن مستوى الحياة لتلك المجتمعات من حيث الرخاء والرفاهية، ومدى التقدم العلمي أنذاك. بناءاً على ما سبق زاد الإهتمام بدراسة المواد الفخارية الناتجة من عمليات التنقيب الأثري المنتظم في المواقع الأثرية خلال العقود الثلاث الأخيره، وذلك من خلال جمعها وتنظيفها وترميمها وتصويرها وصفها وتوثيقها وتسجيلها والإحتفاظ بها، حمايتها وكذلك القيام بعمليات التحليل لها.

إن الدراسات الأثرية المتعلقة بالفخار الأيوبي/المملوكي المزجج قليلة عموماً، وجاءت معظمها وصفية نمطية (Typology studies)، أما الدراسات التحليلية العلمية (Archaeometrical studies) فكانت الأقل، حيث تعد هذه الدراسة إحدى الدراسات القليلة التي تتبع المنهج العلمي التحليلي في الاردن والتي تتناول الحديث عن أهم مميزات وخصائص

الفخار الأيوبي /المملوكي المزجج سواء المتكشف من موقع يعمون الأثري خاصة وفي المواقع الأثرية الأخرى في الاردن وبلاد الشام عامة.

جاءت معظم الدراسات المختلفة في موقع يعمون أنثروبولوجية، تناولت الأثرية منها الفترات المختلفة دون التركيز على الفترة الإسلامية والممثلة بشكل جيد في الموقع، فقلة الدراسات التي تهتم بدراسة الفخار بالطرق العلمية الحديثة المتعلقة في هذا الموقع الأثري ضمن هذه الفترة تحديداً شكل دافعاً للتركيز على هذه الدراسة وعليه يؤمل من هذه الدراسة أن تكون إضافة جديدة تتعلق في هذه الفترة المهمة من تاريخنا الإسلامي.

١. ٣ هدف الدراسة

تهدف هذه الدراسة بشكل رئيسي إلى التعرف على تقنية الصناعة والمواد الأولية المكونة للعجينة الفخارية وطبقة التزجيج، لمجموعة من القطع الفخارية المزججة والتي تعود للفترة الأيوبية/المملوكية والمكتشفة من موقع يعمون الأثري على وجه التحديد والمواقع الأخرى في الاردن وبلاد الشام عامة، وذلك من خلال التحاليل المعدنية والكيميائية والحرارية. سيؤدي بنا هذا إلى التعرف على التقدم التقني لصانعي الفخار ومستوى المهارة والجودة التي وصلوا إليها، إضافة إلى التعرف على مصدر تلك القطع الفخارية المزججة إن أمكن ذلك، سواء كانت محلية أم مستوردة الصنع، وبالتالي إمكانية التعرف على معلومات أخرى عن طبيعة الحياة خلال تلك الفترة في موقع يعمون خاصة وشمال الاردن عامة.

١. ٤ منهجية الدراسة

إتبعت هذه الدراسة المنهجيات التالية : الوصفية والتحليل المخبري (المعدني، الكيميائي، والحراري). تالياً مختصراً لكل منها:

١. ٤. ١ المنهج الوصفي

تم فرز وتصنيف القطع الفخارية المختارة إلى مجموعات من حيث اللون و النوع والنمط والعجينة، ثم رسمت وصورت. بالإضافة إلى ذلك تم وصف العينات بشكل دقيق من حيث اللون خارجياً وداخلياً إن وجد و وأخذ المقاسات اللازمة لها والزخارف وأنواعها والتعرف على لون العجينة وما تحتويه من شوائب وحجمها ولونها. وأخيراً تم وصف طبقة التزجيج وتحديد ألوانها.

١. ٤. ٢ المنهج التحليلي المخبري

يعتمد هذا المنهج على إستخدام تقنيات وطرق التحليل العلمية، وذلك للتعرف على مكونات الفخار (العجينة وطبقة التزجيج) الكيميائية والمعدنية وخصائصه الحرارية، وذلك من خلال الطرق التالية:

١. ٤. ٢. ١ الطريقة المعدنية

تم دراسة المكونات والمواد الأولية للعجينة من خلال الطريقة المعدنية (Mineralogical Approach) وذلك عن بإستخدام جهاز حيود الأشعة السينية (XRD) (X-Ray Diffraction) وكذلك فحص شرائح ميكروسكوبية (Thin Section) من العينات تحت المايكروسكوب المستقطب (Polarizing light Microscope) أي ما يعرف بالتحليل البتروغرافي (petrography analysis) في مختبرات كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك.

١. ٤. ٢. ٢ الطريقة الكيميائية

إستخدم جهاز المطياف الضوئي المقرون بالحث البلازمي (ICP-OES) (Inductivety coupled plasma- Optical emession spectroscopy) للتعرف على

التركيز الكيميائي للعناصر المكونة لعجينة الفخار نفسها وطبقة التزجيج. وتم تحليل جميع العينات في قسم المختبرات، هيئة الطاقة الذرية الاردنية، عمان.

١. ٤. ٢. ٣ الطرق الحرارية

استخدمت تقنية التحليل الوزني الحراري Thermogravimetric Analysis (TGA) ولذلك للتعرف على درجة حرارة الحرق للعجينة، وقد تم تطبيق هذه التقنية على عشرة عينات مختارة من مختلف مجموعات الدراسة وذلك في مختبرات مركز الدراسات الدوائية، جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية.

كما تم إستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope) (SEM) للتعرف على نطاق التفاعل بين طبقة التزجيج وجسم الأنية الفخارية، وذلك للتعرف على تقنية التزجيج. اخذت مجموعة من الصور للنطاق المذكور في نفس العينات العشر التي درست بواسطة TGA. اجري هذا الفحص في قسم علوم الأرض والبيئة، جامعة اليرموك.

بعد جمع ومعالجة نتائج هذه التحاليل ودراسة جيولوجية المنطقة تم التوصل إلى أهداف الدراسة والتعرف على تقنية الصناعة، المواد الأولية، والمصدر الجغرافي حيث انها محلية المصدر أم مستوردة، إضافة إلى الرجوع للعديد من المصادر والمراجع سواء العربية والأجنبية والمقالات والدوريات التي تتناول موضوع الدراسة .

١. ٥ الدراسات السابقة

هناك العديد من الدراسات التي إهتمت بدراسة الفخار الإسلامي من حيث الزخارف، الأشكال، الألوان وتطور الصناعة. ودراسات اخرى ركزت على الجانب العلمي من حيث التركيب الكيميائي، تقنية التصنيع والمصدر الجغرافي بإستخدام العديد من التقنيات العلمية المختلفة، ومعظم هذه الدراسات اجريت على طبقة التزجيج فقط، أما دراسة تفاعلها مع العجينة فلم تلقى القدر الكافي من الإهتمام من قبل الدارسين لها.

أما الدراسات التي جاءت وصفية (Typological Study) فهي عديدة ونذكرمنها على سبيل المثال لا للحصر: قام ديماند (١٩٥٣) بدراسة مختلف الفنون الإسلامية، وبين التطور الحاصل في صناعة الفخار والخزف الإسلامي وتنوع أساليب الصناعة في مختلف الأقاليم الإسلامية. تعد دراسة ساري (١٩٧٩) من أوائل الدراسات التصنيفية للفخار الأيوبي/المملوكي في الاردن، تناول فيها القطع الفخارية الأيوبية/المملوكية من مختلف مواقع بلاد الشام، إتبع فيها المنهج الوصفي من حيث اللون، الوظيفة، الشكل، والزخارف للأشكال الفخارية المدروسة، والزخارف المطبقة عليها، وبين أيضاً جانباً من إستخدام تقنيات الصناعة التي تمت لها. وتطرق فيلون (Philon) (١٩٨٠) إلى الحديث عن القطع الفخارية المزججة والأسرجة الفخارية المزججة في الفترة الإسلامية المبكرة المكتشفة من مواقع مختلفة في بلاد الشام، قام بتصنيف هذه القطع الفخارية إعتماداً على لون طبقات التزجيج وشكل الزخارف، وأشار إلى تقنيات صناعة الفخاريات المزججة. في حين تناول ساور (Saur) (١٩٨٢) في دراسته لفخار تل حسبان في مواسم ١٩٦٨-١٩٧١ الفخار الإسلامي، وضح التغيرات التي حدثت في شكل وزخرفة الفخار في الفترات الإسلامية المختلفة من الأموية وحتى الأيوبية/المملوكية. وقد قامت خديجة (١٩٩٢) بوصف وتصنيف القطع الفخارية الأيوبية/المملوكية المتكتشفة من موقع رجم الكرسي إلى عشرة مجموعات تبعاً لأشكالها الزخرفية. وخلصت في دراستها إلى أن الأشكال الأكثرشيوعاً تتخذ نمطاً متناوباً من الطلاء الداكن والخلفية الفاتحة لتعبئة الفراغ كامل، والجمع بين مختلف الزخارف المطبقة على سطح القطع الفخارية. وأكد العموش (١٩٩٨) في دراسته لبعض النماذج المختارة من الفخار العباسي، من خلال الموضوعات الزخرفية على الفخار، أن هناك تأثر بشكل عام من حيث التقاليد الصناعية السابقة مثل البيزنطي، الساساني، والقبطي، وأشار إلى وجود إتصال بين الدول الإسلامية المختلفة.

ومن الدراسات الوصفية التي اجريت في مطلع الألفية الثالثة: دراسة أبو الهيجاء (٢٠٠٣) التي أجرى فيها مقارنة للقطع الفخارية الأموية المكتشفة من موقع خربة الذريح إعتماداً على الشكل، اللون، الوظيفة، والمميزات الفنية. في حين درس ديرشاشيز (De Recheches) (٢٠١٠) العجينة التي صنعت منها أدوات الطبخ في سوريا خلال الفترات الرومانية والبيزنطية، إستخدم في ذلك التصنيف والفحص الدقيق للنسيج المكون لها بإستخدام المجهر. تعرف على مصدر تلك القطع من خلال تمييز نظام وشكل الإنتاج، الذي مكنه من إعطاء فكرة واضحة عن الإقتصاد القائم في سوريا أنذاك.

أما الدراسات التحليلية التي تناولت عجينة الفخار وطبقة التزجيج معا، فنذكر منها ما يلي: دراسة آلن (Allan) وأخرون (١٩٧٣) لمجموعة من القطع الفخارية المزججة الفارسية بإستخدام طرق التحليل الكيمائية، والتي تعود إلى فترات مختلفة والمكتشفة من عدة مواقع، بهدف التأكد من صحة أجزاء من أطروحة أبي القاسم على صناعة الفخار. إستنتجوا منها أن القطع الفخارية المدروسة تشبه ما يسمى بالقيشاني المصري من حيث تقنية الصناعة وطريقة التزجيج، والتي كانت تصنع في بلاد فارس قبل فترة السلاجقة لتقليد الخزف الصيني. في حين إستخدم هجيز و موري (Hedge's and Moorey) (١٩٧٥) طرق تحليل الكيمائية لدراسة مجموعة من القطع الفخارية المزججة وبعض الأوعية الفخارية من موقعي كيش ونينوى في العراق، تعود إلى الفترة الممتدة بين ستمائة قبل الميلاد إلى ستمائة الميلادية، ومجموعة أخرى من القطع الفخارية الإسلامية المكتشفة من موقع حراء. خلصت دراستهم إلى أن طبقة التزجيج على القطع الفخارية لم تكن شائعة في هذه المنطقة في ذلك الوقت، كما أن طبقة التزجيج المحلية التقليدية لم تتغير حتى عام ألف ومئتان، وأن الإنتاجها يعود لفترات مختلفة ومن مناطق مختلفة وبذلك أشاروا إلى أن العينات المدروسة كانت مستوردة. وبإستخدام طرق التحليل المعدنية وتقنية المجهر الماسح الإلكتروني والضوئي بيّن تايت وأخرون (Tite) (١٩٨٤) في دراستهم لمجموعة من القطع الفخارية المزججة من الخزف الصيني، والتي تعود لسلالة ليوان المكتشفة من موقع جينغوتشن، أن التركيب المعدني الأصلي للعينات الفخارية المدروسة والصخر المدروس يعودان لنفس المنطقة، كما أشاروا إلى كيفية تحضير طبقة التزجيج الذي تم بخلط الرماد مع الحجر والخزف، و حددوا نوع الطين المستخدم في الصناعة وهو الكاولين. وقد إستخدمت شيبرد (Shepard) (١٩٨٥) طرق تحليل مختلفة لفحص عينات فخارية من مواقع وأزمنة مختلفة، وتوصلت فيها إلى معلومات تتعلق بصفات عجينة الفخار المدروس من حيث الصلابة، اللدونة، النسيج، والمواد المضافة وأخرى لها علاقة بطبقة التزجيج من حيث اللون

والتركيب، كما بينت درجات حرارة حرق الفخار والأفران المستخدمة في الحرق. ودرس هاليت (Hallett) وأخرون (١٩٨٨) مجموعة من قطع الفخارالمزجج الإسلامي، يعود للقرون الوسطى من عدة مواقع في شمال اليمن، وذلك لتحديد المواد والتقنيات المستخدمة في زخرفة الفخار، حيث تعرفوا على الشوائب والغازات المتواجدة في العجينة، مدى التفاعل بين طبقة التزجيج وجسم القطع، تقنية التزجيج المتبعة للقطع المدروسة والمواد المستخدمة فيها، ودرجات حرارة حرقها. توصل مايسون وتايت (Mason and Tite) (١٩٩٧) من خلال دراسة قطع فخارية مزججة من مواقع مختلفة، إلى أن إستخدام القصدير في تزجيج الفخار كان لأول مرة في موقع البصرة في العراق وتحديداً في النصف الأول من القرن الثامن.

شهد مطلع الالفية الميلادية الثالثة حتى الأن زيادة ملحوظة في عدد ونوع الدراسات العلمية التحليلية للفخار المزجج حيث درس دفي (Duffy) وأخرون (٢٠٠٢) مجموعة من قطع الفخار الأخضر المزجج المكتشف من جميع أنحاء بريطانيا والمستعمرات الأمريكية في القرن الثامن عشر الميلادي، من خلال إستخدام طرق التحليل المعدنية والكيميائية. وفي هذه الدراسة إستنتجوا أن العينات المدروسة مماثلة للفخار المتواجد في متحف فينترتور من حيث تقنية الصناعة وألوان طلاء تزجيجها. وإستخدام ولف (Wolf) وأخرون (٢٠٠٣) تحليل نظائر الرصاص لتحديد المصدر الجغرافي لمجموعة من القطع الفخارية المزججة الإسلامية المصنعة يدوياً في موقع الفسطاط في مصر، تعود إلى الفترة الممتدة بين القرنيين الثامن والرابع عشر الميلاديين. وبمقارنة نسب نظائر الرصاص في طبقة التزجيج مع خامات الرصاص المحتمل تواجدها في مصر، إيران، تونس، الأناضول، اليونان، سردينيا، وإسبانيا، إستنتجوا أن مصدر مواد الخام كانت من المناطق المذكورة بالإضافة لجبال طوروس، ولكن في فترة لاحقة إستخدام الخزاف في الفسطاط مصادر خام مصرية حيث كان من السهل الحصول عليها. وقد أجرى دي بندتو(De benedetto) وأخرون (٢٠٠٤) دراسة، بإستخدام تقنية المجهر الماسح الإلكتروني، لمجموعة من القطع الفخارية المزججة بلون أخضر مكتشفة من موقع كانوسا (أبوليا) في إيطاليا، وذلك لتحديد التركيب الكيميائي لطبقة التزجيج وطريقة تطبيقها. بينوا فيها أن نوعية طبقة التزجيج كان من النوع الرصاصي وأن لونها الأخضر جاء نتيجة لإضافة النحاس، إضافة إلى ذلك أشاروا إلى أن العجينة حضرت من طين غير كلسية وأن العينات المدروسة كانت محلية الصنع. ودرس شابولي (Chapouli) واخرون (٢٠٠٥) العديد من القطع الفخارية المزججة، تعود إلى الفترة ما بين القرنين العاشر والثاني عشر الميلاديين من الأندالس والبرتغال، بإستخدام طرق التحليل المعدنية والكيميائية، وكان من أهم نتائج الدراسة وجود دلائل على روابط تجارية

بين إسبانيا ومالقة والبرتغال وأن الفخارالمدروس كان مستورداً. وقد إستخدم ريشي (Ricci) وأخرون (٢٠٠٥) طرق تحليل معدنية وكيمائية لدراسة عينات الفخارية المزججة، تعود إلى وقت متأخرمن القرون الوسطى، وقطع خزف قديمة من اورفيتو وسط إيطاليا، وأشاروا فيها إلى أن درجة حرارة حرق الفخار المدروس وصلت إلى حوالي ٩٥٠م°، وأن عجينة الفخار صنعت من طين كلسي. قدم كرشنن (Krishnan) وأخرون (٢٠٠٥) دراسة بإستخدام طرق تحليل كيمائية لمجموعة من القطع الفخارية المزججة من حضارة وادي السند، تعود إلى الفترة الممتدة ما بين ألفين وستمائة وألف وتسعمائة قبل الميلاد، توصلوا فيها إلى أن عجينة الطين هي من النوع الكلسي، بالإضافة إلى وجود بطانة بشكل واضح بلون أسود والرمادي الشاحب، وإحتواء هذه البطانة معدني الملايت والكوارتز وحبات خشنة من الهيرمسنايت، وإستدلوا من ذلك أن أنواع مختلفة من الطين إستخدمت لإنتاج هذه البطانة وألوانها، وهذا إشارة إلى مدى التقدم والمهارة المتطورة في إختيار المواد المدخلة على عجينة الفخار المصنوع. أما بيس (Pace) وأخرون (٢٠٠٨) فقد إعتمدوا على التحاليل الكيمائية في دراسة قطع فخارية مزججة ساسانية من موقع في أردا في وسط العراق، وبينوا أن الطين المستخدم في صناعة العجينة الفخارية هو كلسي، وأن طبقة التزجيج كانت قلوية التكوين، كما أشاروا إلى وجود تفاعل جزئي ما بين جسم القطع الفخارية وطبقة الترجيج والذي قد يكون نتج من خلال عملية حرق واحدة للأواني المصنوعة. بإستخدام طريقة التحليل بالتحفيز النيوتروني. وبيّن أنانز (Inanez) وأخرون (٢٠٠٩)، من خلال دراستهم لمجموعة من القطع الفخارية المزججة الإسبانية المستخرجة من مراكز إنتاج الخزف الأولية في شبة الجزيرة الإيبيرية وأخرى من مواقع أثرية إستعمارية في جزر الكناري، وجود إختلاف واضح من حيث التكنولوجيا المستخدمة في صناعة الفخار المدروس وطبقة التزجيج المطبقة عليه بين مراكز الانتاج المختلفة. بإستخدام طرق التحليل المعدنية والكيميائية، في حين تعرّف كروبي (Crupi) وأخرون (٢٠١٠)، من خلال دراستهم لقطع فخارية مزججة تعود إلى عصر النهضة خلال مرحلة ما قبل الرومانية والرومانية من منطقة صقلية جنوب إيطاليا، على العناصر المسؤولة عن الأصباغ الخضراء والصفراء التي تمت على بعض القطع الفخارية المزججة، وبينوا أن هذه القطع محلية الصنع. وفي نفس العام درس شارلمبس (Charalambous) وأخرون قطع فخارية بيزنطية مزججة بمختلف الألوان تم الكشف عنها في موقعين أثريين هما: ليماسول ومنطقة بافوس في قبرص، والتي أرخت إلى الفترة الممتدة ما بين القرنيين الثاني عشر والخامس عشر الميلاديين، وذلك بإستخدام طرق التحليل المعدنية والكيمائية. إستنتجوا منها أن تقنية الصناعة ومصدر تلك القطع كان بعضها محلي وبعضها الأخر مستورد مما دل على وجود دلائل على التجارة والتبادل الثقافي والحرفي.

في نفس العام أيضا قام كرولاينا جيتيرز (Carolina Guttierrez) وأخرون بدراسة مجموعة من القطع الفخارية المزججة بألوان مختلفة تعود للعصور الإسلامية في الفترة الممتدة بين القرنيين التاسع والثاني عشر الملاديين من عدة مواقع مختلفة، بعضها تظهر إنعكاساً بلون ذهبي وفضي، وذلك بإستخدام طرق التحليل المعدنية والكيميائية. بينوا فيها أن طبقة التزجيج من النوع الرصاصي التي ترتفع فيه نسبة الرصاص بشكل مقصود، كما أشاروا إلى الإتقان والنجاح المتقدم الذي حققه الخزافون لإنتاج بريق لامع كالذهب واللمعان الغني بالنحاس. وقد أجرى تايت (Tite) وأخرون (٢٠١٠) دراسة على مجموعة من القطع الفخارية المزججة، إستخداموا فيها بعض طرق التحليل الكيميائية. وجاءت المادة المدروسة من مناطق الشرق الأوسط الإسلامي (مصر، سوريا، إيران، اوزباكستان، وتركيا)، وتعود إلى الفترة الممتدة بين القرنيين الحادي عشر والسابع عشر الميلاديين، توصلوا إلى أن درجات حرارة حرق الفخار تراوحت بين ٩٠٠-١٢٠٠م°، كما أشاروا إلى مدى التفاعل والترابط الذي تم عند هذا الحرق بين المكونات الكيميائية للعجينة. في نفس العام درس والتن وتايت (Walton and Tite) بإستخدام طرق تحليل مختلفة مجموعة من القطع الفخارية الرومانية المزججة الرصاصية مختارة من عدة مواقع غرب العالم الروماني (إيطاليا، صربيا، ورومانيا)، تعود إلى الفترة الممتدة بين القرنيين الأول والخامس الميلاديين. صرحوا بأن تقنيات التزجيج المستخدمة تمت بإسلوبين؛ بتواجد أو عدم تواجد اكسيد الرصاص، قارنوا نتائجهم مع قطع تعود في تاريخها إلى القرنيين السابع إلى التاسع الملاديين من ايطاليا وفخار ا□سرة تنغ في الصين، وأشاروا إلى أن مكان صناعة الفخار المزجج الرصاصي في تاريخ العالم اليوناني والروماني هو غرب الأناضول وطرسوس. في حين إستخدم داميانوفيتش (Damjanovic) وأخرون (٢٠١١) طرق التحليل الكيميائية والمعدنية في دراستهم لمجموعة من القطع الفخارية المزججة تعود إلى فترة العصور الوسطى، مكتشفة من المنطقة الأثرية ستاري (قديماً) رأس في جنوب صربيا. توصلوا في هذه الدراسة إلى أن درجات حرق القطع المدروسة قد تراوحت بين ٨٠٠-٩٠٠م°، وأنها محلية الصنع والإنتاج. وأجرى مالتوني (Maltoni) وأخرون (٢٠١٢) دراسة بإستخدام طرق تحليل معدنية وكيميائية لقطع من الفخار المزجج الرصاصي تم الكشف عنه من نوغارا (فيرونا، شمال شرق إيطاليا)، يعود إلى الفترة الممتدة بين القرنيين العاشر والحادي عشر الميلاديين. إستنتجوا بأن نوعية طبقة التزجيج هي من النوع الشفاف الرصاصي، ونوعية عجينة الطين المستخدم هي من طين غير كلسي المحتوية على مركب الرصاص والذي ظهر أواخر العصور القديمة وإستمر إلى منتصف القرون الوسطى. وإستخدمت كروز زولوآغا (Cruz Zuluaga) وأخرون (٢٠١٢) طرق تحليل مختلفة لدراسة مجموعة من القطع الفخارية المزججة المكتشفة من عدة أقاليم إسلامية

ومسيحية (رومانية)، تعود إلى الفترة الممتدة من ما قبل الإسلامية إلى أواخر العصور الوسطى. توصلوا في هذه الدراسة إلى معرفة المواد الخام المستخدمة لإنتاج وتجهيز طبقة التزجيج، درجة حرارة حرقها، مدى التطور التكنولوجي في صناعة الفخار في الفترتين الإسلامية وما قبلها في شبة الجزيرة الإيبيرية، و نمط التصنيع المحلي من خلال الإختلاف في إستخدام المواد الخام للعينات المدروسة.

ومن الدراسات الحديثة في العام الماضي والحالي نذكر دراسة اوزكاتل (Ozcatal) وأخرون (٢٠١٣a) والتي إستخدموا فيها طرق تحليل كميائية مختلفة لتحليل مجموعة من القطع الفخارية المزججة المكتشفة من سميرنا (أزمير/ تركيا) والتي تعود لفترات مختلفة. ومن أهم نتائج هذه الدراسة: إستخدام الصانع طبقة تزجيج من النوع الرصاصي الغنية باكسيد الرصاص، حرقها على درجة حرارة تقل عن ٧٠٠م°، تحديد الصبغات والمعادن الملونة لها كالكربون، المغرة الحمراء، الكوارتز، والكالسيت. وفي الجزء الثاني من هذه الدراسة بين اوزكاتل (Ozcatal) وأخرون (٢٠١٣b) أن نوعية عجينة الطين المستخدم كان من طين كلسي، كما توصلوا إلى درجات حرارة حرق الفخار والتي تراوحت بين ٦٠٠- ١٠٠٠م°. في نفس العام استخدام جميني (Gulmini) وأخرون طرق تحليل كميائية وتقنية المجهر الإلكتروني الماسح الموصولة بتقنية Energy Dispersive X-ray لدراسة مجموعة من القطع الفخارية المزججة المكتشفة من جنوب أفغانستان، تعود إلى الفترة بين القرنيين الحادي عشر والثاني عشر الميلاديين. توصل الباحثون في هذه الدراسة إلى أن عجينة الطين هي كلسية، بإستثناء بعضها، مغطاه بطبقة تزجيج رصاصي شفاف وأخرى بطبقة تزجيج رصاصي قلوي بلون فيروزي، كما أشاروا إلى الزخرفة المطبقة وألوانها وطريقة تطبيق هذه الزخرفة. وفي العام الحالي (٢٠١٤) تعرف داك ورث (Duckworth) وأخرون، بإستخدام طرق تحليل كيمائية مختلفة من خلال دراسة مجموعة من القطع الفخارية المزججة الإسلامية المكتشفة من موقع قرطبة، تعود إلى الفترة الممتدة بين القرنيين التاسع والثاني عشر الميلاديين، إلى التركيب الكيمائي للقطع المدروسة والتي تم صناعتها بمزج رماد النبات مع رمل ملوث غير نقي، كما أشاروا إلى وجود تشابه مع عينات مختارة من سوريا ومصر. في نفس العام إستخدم جين (Jeon) وأخرون (٢٠١٤) مطياف مسباور لفحص مجموعة من قطع البورسلان/ سيلادون كورير المستخرجة من مواقع أفران في مناطق بوان و قانق فن، وذلك لتقييم تأثير التركيب الكيمائي والحالة الأيونية للحديد على اللون. بينوا فيها تأثر قيمة السطوع أو اللمعان لطبقة التزجيج بشكل أكبر بوجود مركبات (MnO, TiO_2) من وجود Fe_2O_3، وأن تأثر الجسم يكون بشكل أكبر من Fe_2O_3

بوجود TiO_2، في حين كانت التغيرات الناتجة في الطينة بنسبة أقل بوجود هذه التكوينات، أوضحت الدراسة أيضاً أن زيادة كميات اكسيد القصدير والهيماتيت تنتج بنقصان Fe_2^+/Fe_3^+ وأن هذه الزيادة كانت تكون معدومة بوجود MnO, P_2O_5، وإنعكس ذلك على تغيرات الألوان المستخدمة من الأحمر، الأخضر، الأزرق الذي تحول نظراً لنقصان أيون الحديد. إستخدم كرميزي (Kirmizi) وأخرون (٢٠١٤) طريقة تحليل رامان الطيفي وتقنية المجهر الإلكتروني الماسح لفحص مجموعة من القطع الفخارية المزججة البيزنطية، تعود إلى الفترة الممتدة بين أواخر القرن الثاني عشر والقرن الثالث عشر الميلاديين، مكتشفة من موقع كوساداي/اانا غرب الأناضول. بينوا في دراستهم تقنية التزجيج المستخدمة وظروف حرقها ودرجات الحرارة المطبقة، بالإضافة إلى وجود إختلافات في طبقة التزجيج لعينات فخارية ا□خرى مزججة بلون أصفر والمنتجة محلياً من موقع نابولي، وأشاروا إلى إستخدم هذا النوع من الأصباغ بشكل نادر ما بين الفترة الرومانية وعصر النهضة أنذاك.

أما الدراسات التحليلية التي تناولت الفخار المزجج المكتشف من مواقع أثرية اردنية فكانت قليلة عموماً، نذكر منها ما يلي: دراسة الطوالبة (١٩٩٦) للفخار الأيوبي/المملوكي المدهون والمزجج من موقع دوحلة، وذلك بإستخدام الطريقة المعدنية وتجربة إعادة الحرق. كان من أهم نتائج دراستة أن عينات الفخار المدروس محلية الصنع وتم حرقها على درجات حرارة متوسطة تراوحت بين ٦٠٠ - ٧٠٠ م°، أما الأواني المزججة فحرقت على درجة حرارة أعلى من ذلك. ودرس أبو جابر والسعد (Abu-Jaber and Al-Saad) (٢٠٠٠) الفخار الإسلامي المزجج المكتشف من موقع خربة فارس في الاردن، وذلك بإستخدام الطريقة البتروغرافية، توصلوا في دراستهم إلى أن الفخار المزجج المصنوع بطريقة الدولاب غير محلي الصنع، وأن الفخار المطلي والمصنع باليد، مثل أواني الطهي سوداء اللون، محلي الصنع حيث تتوفر مواد الخام التي صنعت منها في الموقع. في حين إستخدام الرشدان (٢٠٠١) طرق التحليل المعدنية وتجربة إعادة الحرق لدراسة الفخار الأيوبي/المملوكي المكتشف من موقع البدية، واستنتج أن العينات المدروسة محلية الصنع، حرقت على درجة حرارة قاربت على ٧٠٠م°، ودرس طبقة الترجيج وألوانها للقطع المزججة منها، وثم قارنها مع القطع المشابهة من مواقع ا□خرى. ومن الدراسات الشاملة محليا ما قام به السعد (Al-Saad) (٢٠٠٢) من إستخدام لطرق تحليل كيمائية لدراسة طلاء التزجيج المطبق على مجموعة من القطع الفخارية الأيوبية/المملوكية المزججة من موقع دوحلة الأثري شمال الاردن. صنف السعد طبقة التزجيج إلى ثلاث مجموعات: قلوية، الرصاصية تحوي نسبة عالية من الرصاص، والرصاصي القلوي، وتعرف على تقنية التصنيع

لكل مجموعة من حيث التحضير، الألوان، والعناصر المسؤولة عن تلك الألوان، وأشار أيضاً إلى أن التقنيات الإسلامية التقليدية الموروثة إلى جانب المبتكرة إستخدمت لإنتاج هذا النوع من الفخار المزجج. ودرس الشرمان (Al-Shorman) (٢٠٠٥) الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج من موقع اليصيلة، مستخدماً مجموعة متكاملة من الطرق المعدنية والكيميائية والحرارية، وتجربة إعادة الحرق. توصل الشرمان إلى أن عينات الدراسة غير محلية الصنع، وتم حرقها على درجة حرارة عالية وصلت إلى ١٠٠٠ م°، كما صنف الفخار بناءاً على التركيب الكيميائي لطبقة التزجيج، وأشار إلى طريقة إضافة الطبقة التزجيج على جسم الأواني الفخارية في تلك الفترة. وأخيراً إستخدم الدرابيع ووريقات (AL Drabee and Wriekat) (٢٠١١) طرق التحليل الكيميائية لدراسة قطع فخارية مزججة تعود للفترة الأيوبية/المملوكية من موقع خربة فارس على هضبة الكرك في الاردن. إستنتج الباحثان أن موقع خربة فارس إحتوت على قطع فخارية من ثلاثة مصادر على الأقل مختلفة المنشأ وهي محلية الصنع.

الفصل الثاني

موقع يعمون:

الجيولوجيا والآثار

الفصل الثاني

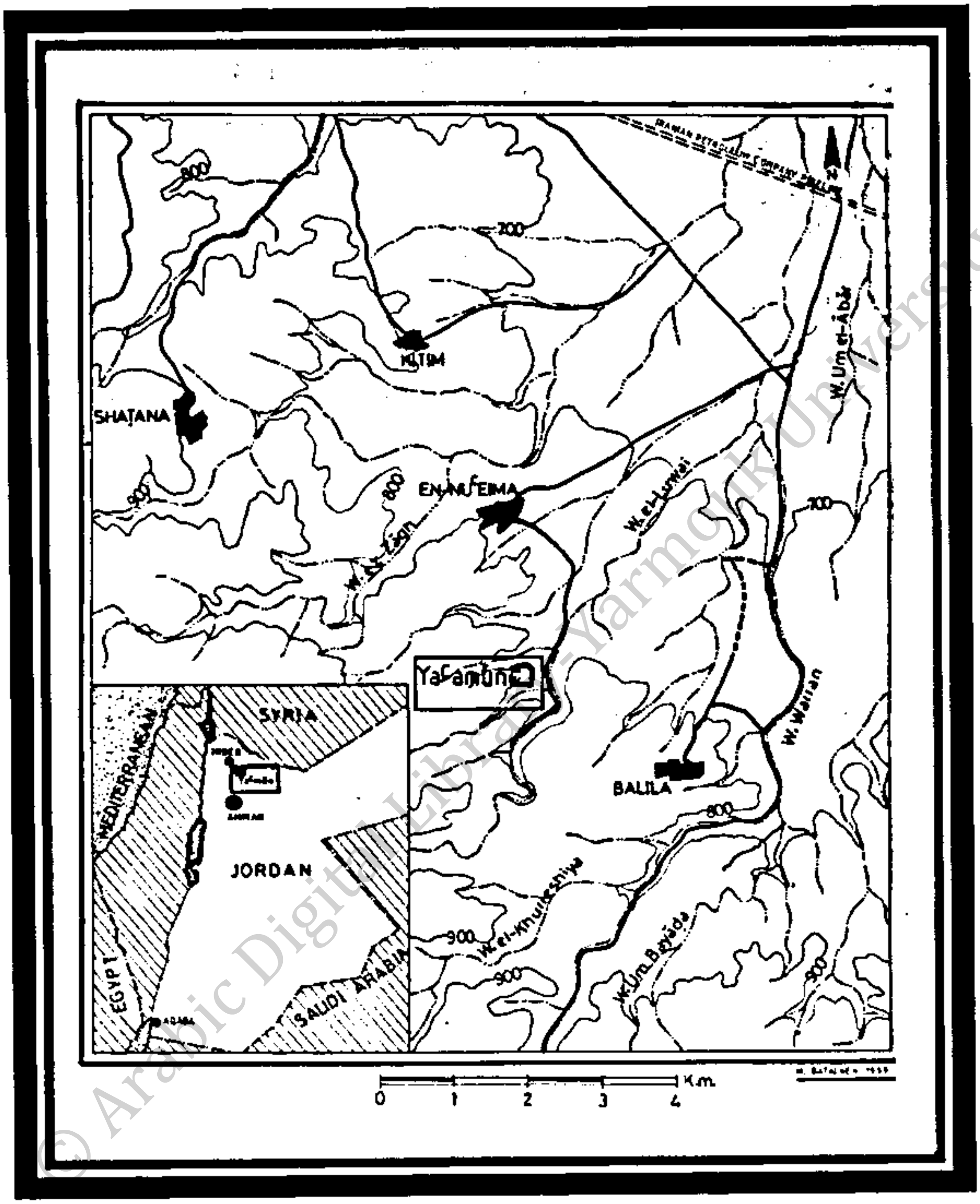
موقع يعمون : الجيولوجيا والآثار

١,٢ جيولوجية الموقع

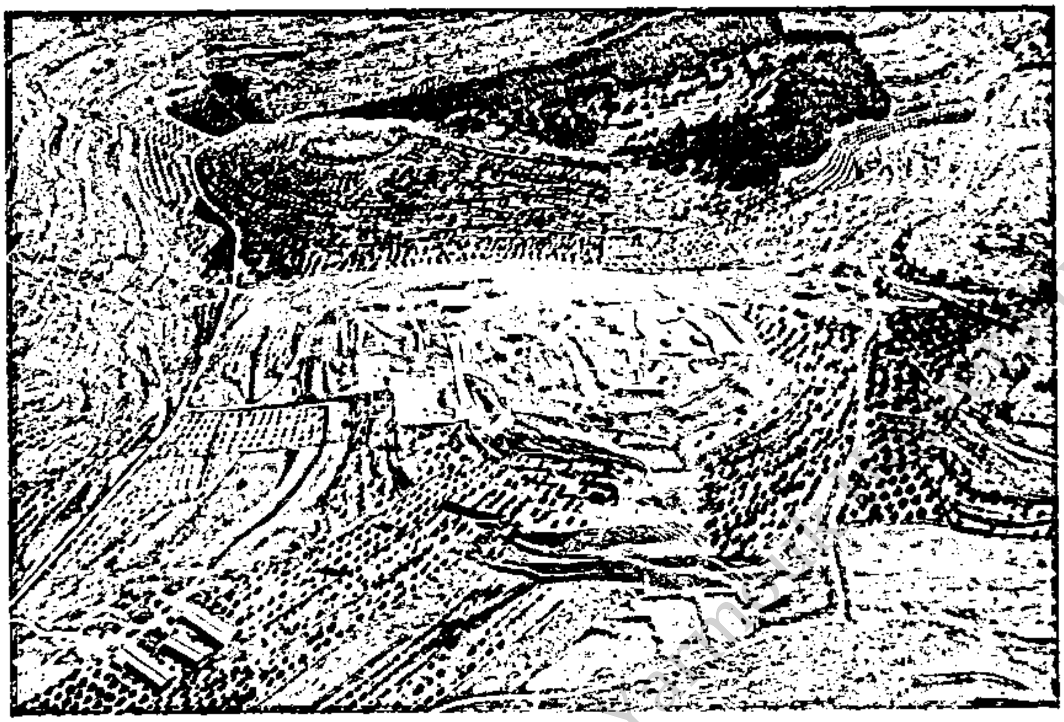
١,١,٢ جغرافية يعمون

يقع موقع يعمون الأثري إلى الجنوب من مدينة اربد على بعد ٢٥كم تقريباً ، وحوالي ٣كم إلى الجنوب الغربي من بلدة النعيمة شكل (٢. ١)، يرتفع الموقع عن مستوى سطح البحر ما يقارب ٨٢٨ م، يعتبر الموقع جزءاً من سهول اربد الجنوبية وهي منطقة سهلية زراعية خصبة، لها الأثر الكبير في توفير الظروف الزراعية والإقتصادية، و يمكن الوصول ليعمون خلال الطريق السريع عمان- الرمثا. يتبع موقع يعمون إلى مناخ البحر الأبيض المتوسط وهذا ما يوفر الظروف المناخية الملائمة للزراعة، حيث يبلغ متوسط سقوط الأمطار السنوي حوالي ٤٠٠ ملم تقريباً وتقل هذا الأمطار كلما إتجهنا إلى الجنوب (شحادة، ١٩٩١: ١١٥، ١١٩) ويمكن إعتبارها ضمن نطاق البحر المتوسط نوعاً ما الواقع بين خطي عرض ٣٠ و٤٠ شمال جنوب خط الإستواء (الشواورة، ٢٠١٢: ١٦٠-١٥٩).

إن المميزات العديدة للموقع جعلت منه مكان جذب للسكان منذ أقدم العصور، وذلك نتجة لتوافر مياه الأمطاروالينابيع، وخصوبة التربة؛ حيث تشير الدراسات الأثرية الميدانية إلى أن سكان يعمون إعتمدوا على الزراعة خلال العصرين الروماني والبيزنطي، حيث كانت التربة ملائمة للزراعة خاصة لزراعة أشجار الزيتون والعنب وأنواع مختلفة من الفواكه والخضار والتي ما زالت تزرع في الموقع إضافة إلى تدجين بعض الحيوانات التي عاشت ضمن البيئة الطبيعية في الموقع. شكل (٢,٢) (النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ٨- ١٠).



شكل ٢. ١: خارطة موقع تبين منطقة الدراسة وما حولها.



شكل ٢,٢: صورة جوية لموقع يعمون الأثري تبين الغطاء النباتي في منطقة يعمون والتي يغلب عليها أشجار الزيتون (Produced by: Dan'd Kennedy).

٢,١,٢ جيولوجية يعمون والمنطقة المحيطة به

تنتمي الصخور المتكشفة في موقع يعمون والمنطقة المحيطة به من حيث التركيب والتكوين الجيولوجي إلى مجموعتين جيولوجيتين رئيسيتين هما: مجموعة عجلون (الأقدم) ومجموعة البلقاء (الأحدث). تشكل مجموعة عجلون أجزاء كبيرة من مرتفعات الأردن الغربية المتكونة أساساً من الصخور الجيرية الواقعة فوق الصخور الفتاتية الرملية، كما تتكون من تعاقب الصخور الجيرية أو الدولومايت مع صخور المارلية المصفرة المخضرة وتحتوي على تنوع كبير من المستحاثات في جميع أجزائها، وتتكون مجموعة عجلون من خمسة تكوينات صخرية أساسية تتوضع من الأقدم للأحدث كما يلي : ناعور، الفحيص، الحمر، الشعيب، ووادي السير (عابد، ٢٠٠٠: ١٩٢).

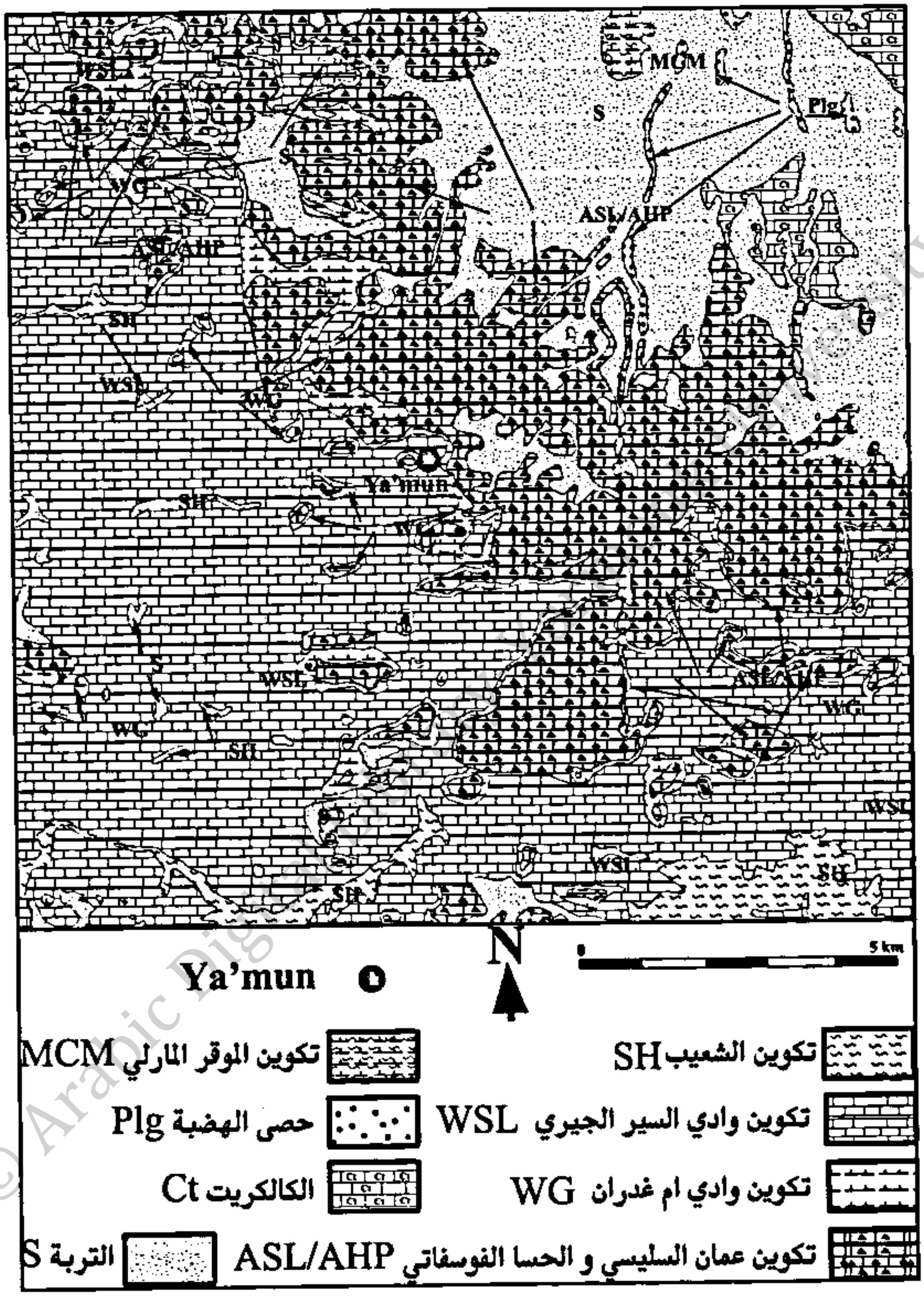
يبدأ الحد السفلي لهذه المجموعة عند إنتهاء طبقات تكوين بير فعاس الكرنبي الصفراء المكون من الدولوميت الرملي والغلوكونيت والغضار الأسود وبعض الطبقات الرملية، أما الحد العلوي فيتشكل عندما تنتهي طبقات الحجر الجيري المستحاثي الجرفي المكون لقمة وادي السير وقمة المجموعة في حين تتكون قاعدة مجموعة البلقاء- ام الغدران من مستوى سميك من الطباشير (عابد،٢٠٠٠: ١٩٤). وتتكشف في منطقة الدراسة والمنطقة المحيطة بها تكوينان فقط من أصل

خمسة تكاوين المذكورة سابقاً وهما تكوين شعيب وتكوين وادي السير، أما تكوين وادي السير يظهر تشكله بوضوح في الجنوب والغرب من منطقة الدراسة، بينما يتضح تكوين شعيب في تكشفات بسيطة ممثلة الجنوب الغربي من المنطقة شكل (٢. ٣).

أما مجموعة البلقاء فتتميز بالتنوع الصخري مثل الصخور الطباشيرية، الصوان، الفوسفات، الصخر الزيتي، الصخور الجيرية والرملية، المارل. تشكل الصخور الكربونية (الجيرية، المارل والدولومايت) الجزء الأكبر من مجموعة البلقاء، ثم تأتي توضعات أقل تكرار وهي الصوان والذي يظهر على شكل نتواءات في المجموعة بشكل واضح على إرتفاع متوسط في الجانب الشرقي للجبال الغربية وأطرافها الشرقية في الاردن ووسطه إضافة إلى الأجزاء الشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية، ومعظم المدن الرئيسية بنيت فوق صخور هذه المجموعة مثل : اربد، عمان، الزرقاء، مأدبا، الكرك. يبلغ سمك هذه المجموعة في منطقة وادي العرب غرب اربد حوالي ٦٠٠م، وتتكون المجموعة من ستة تكوينات صخرية رئيسية تتوضع من الأسفل للأعلى كالآتي : ام الغدران، عمان، الحسا، الموقر، ام الرجام والشلالة (عابد، ٢٠٠٠: ١٩٥ ـ ٢١٧).

يبدأ ظهور هذه المجموعة بإنتهاء تكوين وادي السير الذي تتميز قمتة بجرف جيري كتلي مستحاثي ويشكل الحد العلوي لمجموعة عجلون لتبدأ بعدها هذه المجموعة بالتشكل بمستوى سميك يصل إلى حوالي ٣٥م من الطباشير من تكوين ام الغدران. بينما يتشكل الحد العلوي لمجموعة البلقاء بتكوين ام الشلالة المكون من الطباشير والصوان (عابد، ٢٠٠٠: ٢١٦ـ ٢١٧).

ويتكشف في منطقة الدراسة تكوين ام الغدران، عمان/الحسا. أما تكوين ام الغدران يتضح شمال وشرق المنطقة وقمم الجبال، بينما يتشكل تكوين عمان/الحسا بوضوح في الجزء الشمالي والشرقي من منطقة الدراسة وقمم التلال بكثافة (شكل ٢. ٣).



شكل ٢. ٣: خارطة جيولوجية تبين التراكيب الصخرية في موقع يعمون والمنطقة المحيطة به (Abdelhamid, 1993 بعد التعديل).

١,٢,١,٢ تكوين شعيب

أطلق عليه الإسم نسبة إلى وادي شعيب، وقد أطلق بندر التسمية على الجزء العلوي من وحدة الحجر الجيري الإكنويدي الذي يتكون عموماً من وحدتين: العليا والسفلى، أما السفلى فتتكون من أربع طبقات مارلية مصفرة غير متكشفة تتعاقب مع أربعة مستويات جيرية بسماكة ٥١م تقريباً، لكل منها والتي تحتوي على أنواع كثيرة من المستحثات خاصة الفورامنيفرا العالقة والقاعية فوق صخور الحجر الجيري الدولوميتي المكونة لأعلى تكوين الحمر (خضير ١٩٨٨: ٤٠)، في حين تكونت العليا من طبقات رقيقة وأحياناً على شكل طبقات رقائقية من الحجر الجيري والمارل المتعقبان وتبلغ سماكة هذه الوحدة قرابة ٢٩م وتظهر هذه الوحدات في ام الدنانير وتميزت هذه الطبقات بالطراوة لكثرة المارل فيها وهي من نوع المانع أو غير منفذ للماء (عابد ٢٠٠٠: ٢٠٤-٢٠٥).

٢,٢,١,٢ تكوين وادي السير

سمي التكوين بهذا الإسم نسبة إلى بلدة وادي السير غرب عمان وفي الوقت ذاته أطلق بندر هذا الاسم على الوحده الصخرية الحجر الجيري الكتلي وكانت هذه التسمية تشمل طبقة الطباشير التي تعلو هذا التكوين (عابد، ٢٠٠٠: ٢٠٩). ويتشكل هذا التكوين من الصخور الجيرية والدولومايت الغني بالمستحاثات والصوان إضافة إلى الصخور الطباشيرية والتي تظهر خاصة في الجزء العلوي منها ويبلغ سمك هذا التكوين ١٢٠م في الشمال ويقل تدريجياً بإتجاه الجنوب ليصل إلى ٦٢م في رأس النقب (عابد ٢٠٠٠: ٢٠٩ ، خضير ١٩٨٨: ٤١-٤٠). يتصف التكوين بالحجر الجيري جيد التطبق الذي يشكل الجزء السفلي مع طبقة من الجيري الناعم (مكريت) الخالي من المستحاثات ثم تعلوها طبقة من الجيري بيلويدي حتى نصل إلى الحجرالجيري ذي الطبقات الرقيقة المحتوية على الجيري المليوليدي، وأخيراً تبرز قمة وادي السير المكونة من جرف بسمك ٨-١٠ م المحتوية على مستحاثات ومتنوعة (عابد، ٢٠٠٠: ٢٠٩). يتكشف هذا التكوين في جزء كبير من منطقة الدراسة بإستثناء المنطقة الشمالية الشرقية (شكل ٢. ٣)

٣,٢,١,٢ تكوين ام الغدران

أطلق عليه هذا الاسم نسبة إلى وادي ام الغدران جنوب غربي اربد، يتألف هذا التكوين من الصخور الطباشيرية التي تحتوي على الفوسفات بشكل متعاقب مع الكوكينا الإويستر في الأجزاء العلوية منه، مما يظهر توافق مع قمة وادي السير بينما ينتهي التكوين بظهور أول طبقة سميكة

من الصوان المشكلة لتكوين عمان الذي يعلو ام الغدران (عابد ٢٠٠٠: ٢١٨-٢٢٠ ; Moh'd, 2000:9).

٤,٢,١,٢ تكوين عمان/الحسا

أطلق عليه الاسم بناءاً على تسمية بندر ليشمل الجزء العلوي من تشكيل ام الغدران والمتكون من الحجر الجيري السيليسي والجزء السفلي من تكوين عمان، كما نستطيع إرجاع التسمية نسبة الى منطقة الدراسة منطقة عمان- الزرقاء والحسا الفوسفاتي، والمتكونة أساساً من الحجر الجيري السيليسي في الأسفل والفوسفريت في الأعلى في تكوين عمان، يتغيرمحتوى هذا التكوين افقياً بإتجاه الشمال وصولاً إلى الجنوب حيث يحتوي هذا التكوين على الصوان بسماكة مختلفة وألوان متعددة يظهرعادة بلون بني، أسود أو أبيض متعاقب مع الحجر الجيري الذي قد يكون من الكوكينا و الطباشير و الدولومايت (عابد، ٢٠٠٠: ٢٢٤ ، خضير، ١٩٨٨: ٤٤-٤١).

تتكون الوحدة من طبقات مختلفة السماكة من الصوان، الحجر الجيري السيليسي، الحجر الجيري، والصوان الفوسفاتي وغيرها على شكل طبقات فوسفاتية رقيقة في الجزء العلوي. تتميز هذه الوحده بأن غالبية ظهورها تكون في المناطق المنخفضة وجزء من سهول اربد المزروعة بالنباتات المتمثل بلون بني محمر والبني المميز للتربة (Abdelhamid, 1995:22).

٢,١,٢. ٥ تكوين الموقر

يتألف التكوين الصخري في الموقر من الصخور الطباشرية ذات اللون الأبيض المصفر، المارل والصخر الزيتي في الجزء السفلي منه حيث يظهر بلون أسود بسبب توافر المواد العضوية فيه (Moh'd 2000 : 14)، ويتكشف بشكل بسيط جداً وقليل في الأجزاء الشمالية العليا من منطقة الدراسة، وأطلق عليه اسم " تكوين الموقر الطباشيري المارلي" (خضير ١٩٨٨: ٤٧-٤٥)، ويبلغ سمكها في مدينة اربد حوالي ٢٤٠م أما في راس النقب حيث يبلغ أقل سمك له٢٠م وبلغ أعلاه في حقل حمزة ٧٨٢م شرقي صدع الفلوق (عابد ٢٠٠٠: ٢٤٥-٢٤٧).

ينتهي حد هذا التكوين السفلي بصخور تكوين الحسا المكونه من الصوان والفوسفات والصخور الجيرية وأحياناً المارل الأصفر التي تتصف بغناها بالفورامنيفرا عكس صخور تكوين الحسا التي تقع أسفلها، أما نهايته العليا فهي تنتهي بظهور أول طبقة صلبة من الصخر الجيري الطباشيري الذي يعلوه الصوان الطبقي (خضير ١٩٨٨: ٤٧-٤٦)، تظهر هذه الصخور خاصة في الشمال من اربد على شكل رخام أخضر وأسود ومصفر وغيرها من الألوان الأخرى ويعود ذلك

لإحتراق المادة العضوية التي تحولت فيها صخور هذا التكوين إلى رخام متعدد الألوان، والتي إحتوت بعض المعادن غير الشائعة مثل إترنجيت و هاشميت (عابد ٢٠٠٠: ٢٤٧).

٦,٢,١,٢ حصى الهضبة (البليستوسين الحديث/ الأخير)

أما الرواسب الرباعية تتمثل في كل من حصى الهضبة، التربة، والكالكريت ويتكشف في منطقة الدراسة حصى الهضبة والتربة، أما حصى الهضبة تغطي منطقة الدراسة بشكل بسيط يتحدد في الجهة الشمالية الشرقية، في حين تغطي التربة الأجزاء الشمالية، الشمالية الشرقية، وشرق الموقع (شكل ٢. ٣). وتتكون رواسب حصى الهضبة الغرينية من التكتلات الكربونية التي تشمل الحجر الجيري والطباشير، مع حجم مختلف من الحبوب وفتات الصخور المكسرة، تتراوح سماكتها ما بين العدسات التي تصل إلى حوالي ٤-٥م، لتصل أحياناً الى ١٠م في سمك حصى الصوان الزاوي، وهي مرتبطة في معظم الحالات مع أسرّة الطين والحجر الزيتي (Abdelhamid, 1995: 33-36).

٧ .٢,١,٢ الكالكريت

تغطي قشور الكالكريت والتي يصل سمكها إلى حوالي مترين مساحات بسيطة ومبعثرة، تتكشف في الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة الدراسة، وتتشكل في الغالب من مواد جيرية مع الصوان الذي يملأ الفراغات (Abdelhamid, 1993).

٨,٢,١,٢ التربة (الرواسب السطحية)

تغطي تربة البحر الأبيض المتوسط الحمراء مساحات واسعة في اربد بما في ذلك منطقة الدراسة، حيث يعتمد تشكيل هذه التربة إلى حد كبير على الظروف المحددة للمناخ السائد في البحر الأبيض المتوسط والذي يتراوح من نطاق شبه رطب إلى شبة جاف بحيث يؤثر ذلك على سقوط الأمطار ودرجة الحرارة التي تتفاوت من منطقة لأخرى ومن عام لأخر (Bender, 1974: 189). وتتميزالتربة في الأجزاء الشمالية الشرقية بغطاء بني محمر إلى بني باهت أحياناً، مع ظهور البني المصفر الشاحب في بعض الأحيان (Abdelhamid, 1995: 23).

٢,٢ آثار موقع يعمون

يعتبر موقع يعمون الأثري من المواقع الأثرية التي تعاقب عليها الإستيطان لفترات زمنية طويلة ومختلفة، حيث بدأ الإستيطان فيه من العصور البرونزية القديمة المبكرة والمتأخرة حتى السويات الأثرية التي تعود إلى الفترات الإسلامية المتأخرة (El-Najjar, 2011:xi؛ النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ٨-١١)، وقد دلت كثرة المواد الأثرية والمعالم الأثرية البارزة إلى هذا الإستيطان المتنوع. ونظراً لإتساع مساحة الموقع وأطرافه المترامية، سيتم عرض أبرز المعالم الأثرية فيه تبعاً للفترات الإستيطانية المتعاقبة عليه بعد الحديث عن تاريخ البحث الأثري في الموقع.

١,٢,٢ تاريخ البحث الأثري في موقع يعمون

قام عدد من الرحالة والدارسين للموقع من مسوحات أثرية أسهمت في تقديم المعلومة الأثرية لنا، فقد أجرى العالم الألماني سيجفريد ميتمان (Siegfried Mittmann) مسحاً أثرياً لمنطقة يعمون، وصف فيه الموقع والمنطقة المحيطة من خلال عمله الذي قام به في الفترة الواقعة بين ١٩٦٣-١٩٦٦م وعلى أثره حدد موقعه من جهة الشمال والشمال الغربي من قرية قفقفا تحديداً على الزاوية الجنوبية من سهول اربد (Mittmann, 1970: 230-231).

في حين بدأ قسم الآثار في كلية الآثار والأنثروبولوجيا في جامعة اليرموك وبالتعاون مع جامعة أركنساس الأمريكية، وبإشراف كل من محمود النجار وجيروم روز بالإضافة إلى عدد من المختصين خلال فريق العمل المشترك أنذاك، موسمه الأول من أعمال التنقيب المنتظم في موقع يعمون الأثري صيف عام ١٩٩٩ م وإستمر ذلك العمل إنتهاءاً في عام ٢٠٠٦ م. كشفت خلال هذه التنقيبات عن عدة معالم أثرية معمارية هامة ومميزة تعود لمختلف فترات الإستيطان: كالمقابر، بعض الحجرات، الجدران الأثرية، الكنيسة البيزنطية، معاصر النبيذ، خزانات المياه، حفر التخزين، والكثير من المعالم الشاهدة على تواجد إستيطان مستمر شهده الموقع، إضافة إلى ذلك فقد تم العثور على الكثير من المواد والقطع الأثرية المختلفة أثناء عمليات التنقيب في الموقع (روز وأخرون، ٢٠٠١: ٦- ٨؛ النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ٨-١١).

جاء الفخار من اكثرالمواد الاثرية توافراً وانتشاراً في الموقع الأثري، كما هو الحال في جميع المواقع الأثرية الاخرى، وبعض اللقى الأثرية كالأسرجة ، الأقراط، قطع زجاجية، عملات، أساور، خواتم، جعران، أختام، والعظام لكلا الجنسين ولمختلف الأعمار والعصور (الطرشان، ٢٠٠٧: ٧٣-٨٩). إن دراسة هذه المواد تمدنا بمعلومات مهمة وغزيرة عن فترات ومراحل

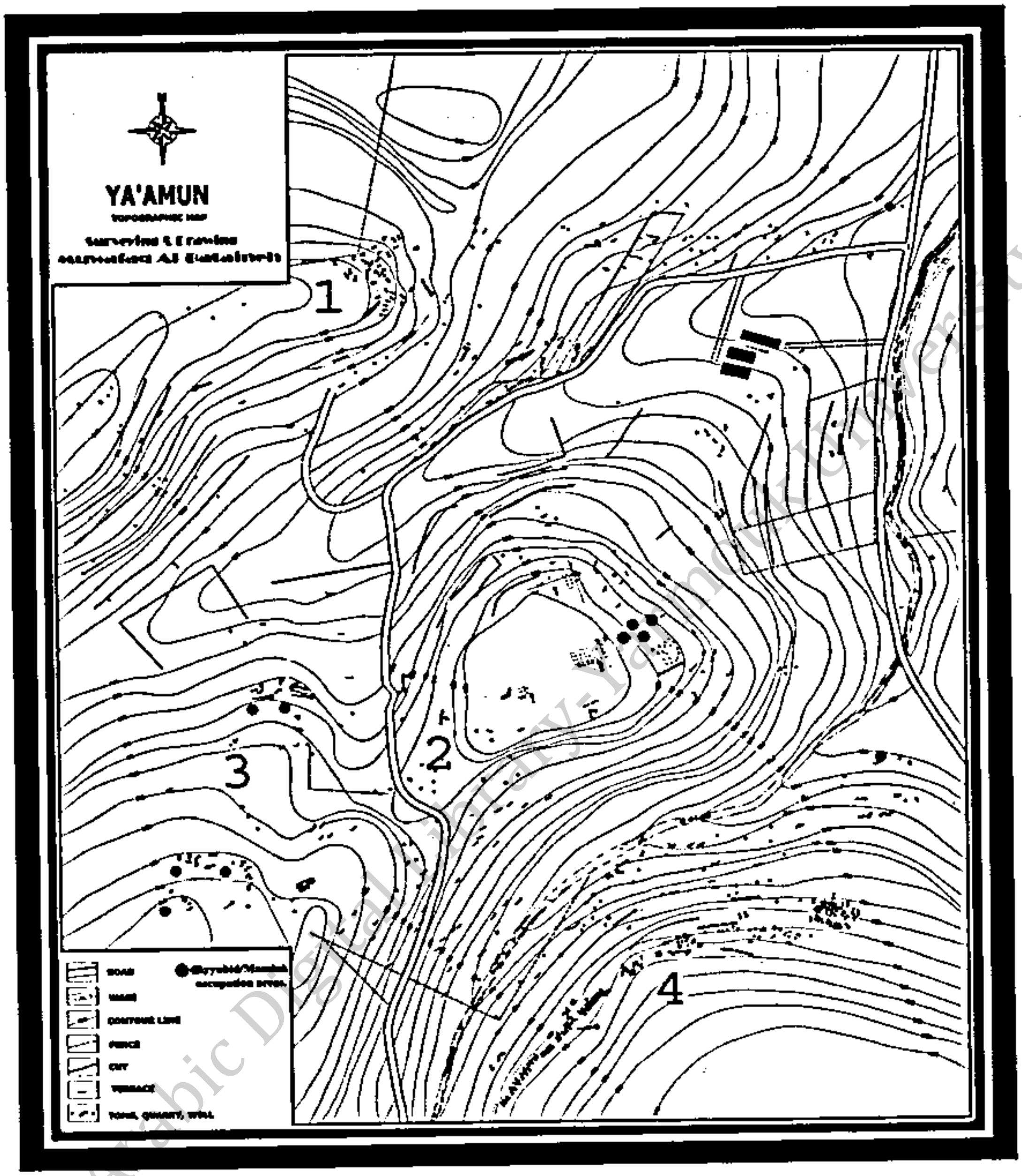
الإستيطان المختلفة و تعكس لنا بعض جوانب الحياة المختلفة الإجتماعية والإقتصادية في تلك الفترات.

٢,٢. ٢ فترات الإستيطان الأثري في يعمون

من خلال ما تم إستعراضه من مواسم للتنقيبات الأثري يمكننا القول أن ما كشفت عنه التنقيبات الأثرية من معالم واللقى في موقع يعمون، أعطى فكرة واضحة عن التسلسل الزمني لتاريخ الأستيطان فيه، حيث شهد فترات استيطانية متنوعة تمثلت: بالعصر البرونزي بمختلف مراحله، والعصر الحديدي، والفترة الهلنستية، والفترة الرومانية والبيزنطية، وصولاً إلى الفترات الإسلامية المتمثلة بالفترتين الأموية والعباسية والأيوبية/المملوكية، ويمكننا تلخيص فترات الإستيطان وما مثلها من معالم أثرية على النحو الآتي:

٢,٢. ٢. ١ العصور البرونزية (٣٥٠٠- ١٢٠٠) ق.م

شهد الموقع خلال العصور البرونزية إستيطان واضح متمثلاً بجميع مراحل العصر البرونزي، وتركز الإستيطان الكثيف خلال العصر البرونزي في الجهة الشمالية من التل (شكل ٢. ٤)، وهذا ما دلت عليه الكثير من البقايا المعمارية الأثرية والكسر الفخارية التي تعود لهذه الفترة، وتمثلت البقايا المعمارية الأثرية لها بالعديد من الحجرات وحفر الخزين و المعاصر وبعض الجدران المبنية من الصخر، إضافة إلى المقابر (المدافن والكهوف الطبيعية) (شكل ٥,٢) التي إتخذت نوعين رئيسيين هما العامودية الفردية (Shaft Tombs) والجماعية و بالإضافة إلى اللقى والمواد الأثرية وغيرها من المعثورات والمرفقات الجنائزية كالمواد المعدنية والقطع الزجاجية (روز وأخرون، ٢٠٠٣: ٧-٩؛ الشياب وأخرون، ٢٠٠٢: ٢٣-٢٨؛ النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ٨-١١؛ www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014a and 2014b)،



شكل ٢. ٤: خارطة طبوغرافية لموقع يعمون تبين أهم المعالم الأثرية فيه و مواقع الإستيطان للعصر الأيوبي/المملوكي في المنطقة (رسم موفق بطاينة) (١-٤: أرقام المقابر).



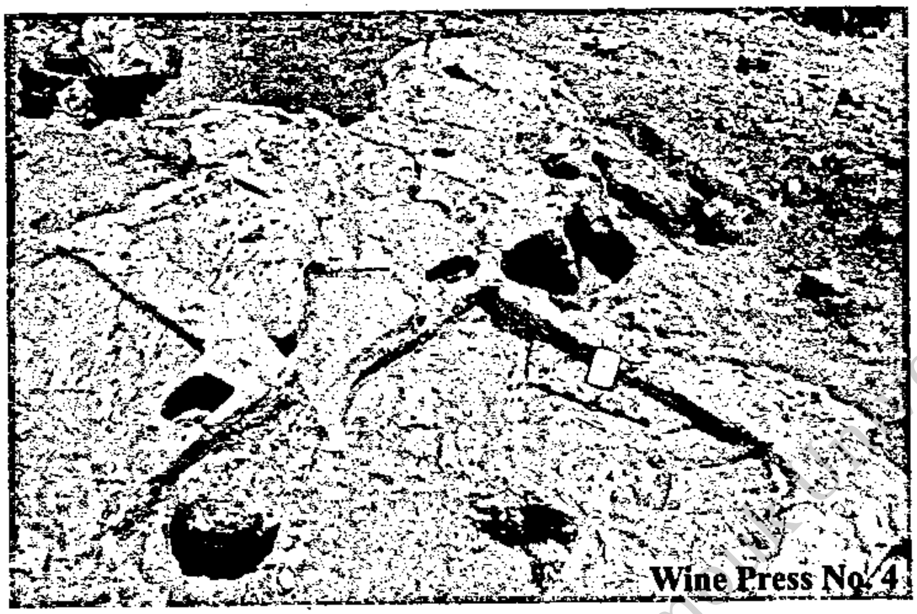
شكل ٢. ٥: صورة تمثل قبر رقم (١٩٠) توضح إحدى أنواع القبور التي تؤرخ إلى الفترة البرونزية المتوسطة/ المتأخرة في (المقبرة الثالثة،Necropolis 3) و تتميز هذه القبور عادةً بشكل أبوابها والممرات المؤدية لها، وغالباً ما تنتهي هذه القبور بغرفة مستديرة الشكل، (www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014c:figure 3).

٢,٢. ٢. ٢ العصور الحديدية (١٢٠٠- ٥٨٦) ق.م

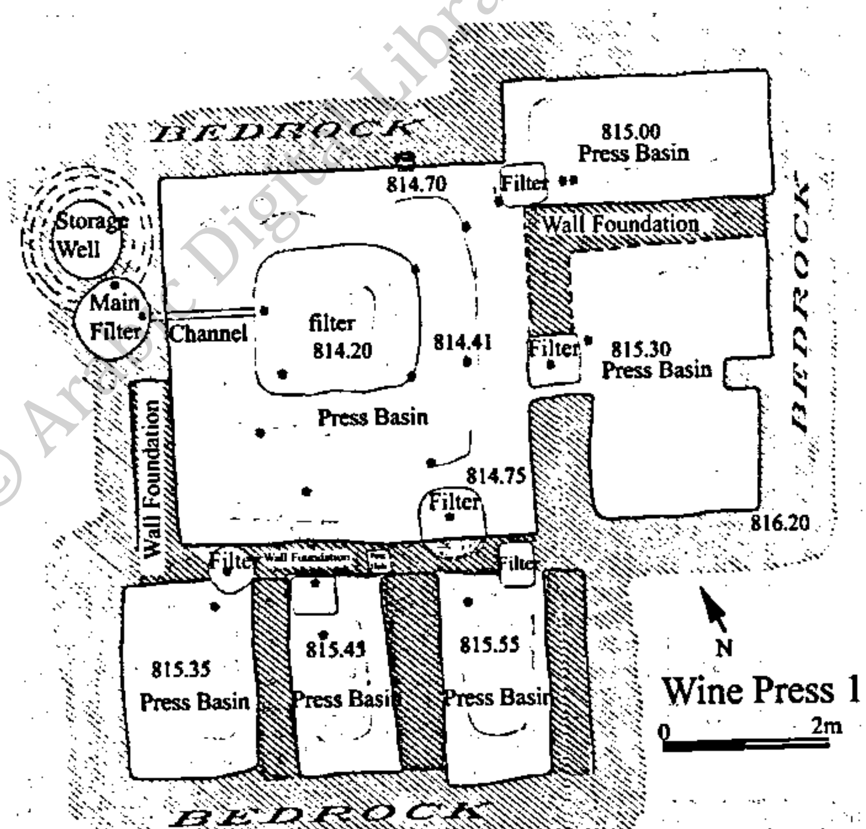
كشفت عمليات التنقيب في الموقع عن وجود إستيطان واضح شهدها الموقع خلال هذه الفترة، وبشكل عام نستطيع القول بأن هذا الإستطان يتوضح بشكل أكبر من خلال إعادة والبناء والإستخدام لبعض البقايا المعمارية الأثرية التي تعود إلى العصور البرونزية السابقة بحيث تتناسب مع حاجات السكان في هذه الفترة وظروفهم، متمثلة في الحجرات وبناء بعض الجدران إضافة إلى المقابر كالمقبرة الثالثة والمقبرة الرابعة وبعض الأدلة الأخرى التي تشير إلى إستمرارية الإستيطان للموقع في هذه الفترة (روز وأخرون، ٢٠٠٣: ٧-٤٩؛ الشياب وأخرون، ٢٠٠٢: ٢٣-٢٨؛ www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014b and 2014c).

٢,٢,٢. ٣ العصور الكلاسيكية (٣٢٣ق.م- ٦٣٦) م

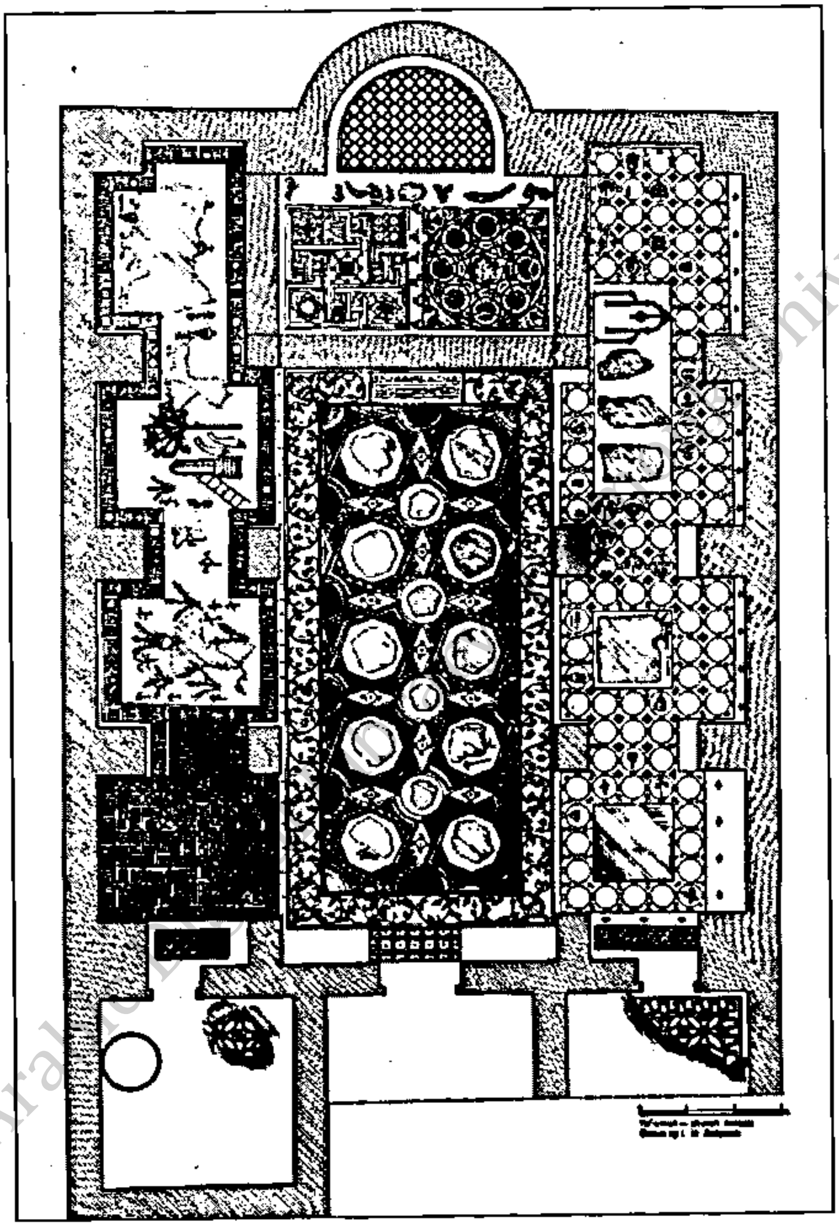
وتتمثل هذه العصور في كل من العصر الهلينستي (٣٣٢-٦٤) ق.م والعصر الروماني (٦٣/٦٤ ق.م- ٣٢٤م) والبيزنطي (٣٢٤م- ٦٣٦م)، التي جاءت جميعها ممثلة في الموقع بشكل واضح وملحوظ و تم الكشف عنها من خلال عمليات التنقيب الأثري المنظم في الموقع، وتمثلت هذه في العديد من البقايا المعمارية الأثرية كمعاصر النبيذ (شكل ٦,٢، شكل ٧,٢) وأماكن التخزين والجدران و أحواض المياه والقنوات، وتتضح البقايا المعمارية بشكل كبير في العصر البيزنطي من خلال الكشف عن الكنيسة البيزنطية التي تعد من أهم المتكشفات في الموقع، و ارخت إلى القرن السابع الميلادي إستناداً إلى النص المكتوب بالفسيفساء في منطقة المجاز (النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ٨) وتتبع الكنيسة الطابع البازيلكي في البناء بأبعاد تتروح بين (١٥-٢٠) م وبتخطيط مستطيل الشكل (Turshan, 2010:616)، غطت أرضيتها فسيفساء ذات أشكال هندسية ونباتية وحيوانية وأدمية مختلفة (شكل ٨,٢) (الطرشان ، ٢٠١١ : ٦٤٩-٦٥٥؛ ٢٠٠٧: ٨٩- ٧٤). بالإضافة إلى ذلك تم العثور على العديد من اللقى والمواد الأثرية المختلفة كالكسر الفخارية والقطع المعدنية والزجاجية وكمية كبيرة من العظام (شكل ٩,٢) أرخت إلى الفترات الكلاسيكية. تركز الإستيطان في العصر الهلينستي بالجهة الغربية من التل (روز وأخرون، ٢٠٠٣: ٨-٩). أما العصر الروماني فيظهر واضحاً من خلال عدد من البقايا المعمارية التي تم ذكرها سابقاً، بالإضافة إلى المقابر المحاذية للتل والمقبرة الثانية في الجهة الجنوبية من التل وتتألف من المقابر الفردية والجماعية (النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ١٠-١١) (شكل ١٠,٢ أ، ب). وأخيراً المقبرة الرومانية/البيزنطية في الجهة الشمالية الشرقية من الموقع (النجار وأخرون، ٢٠٠٠: ١٠-١١).



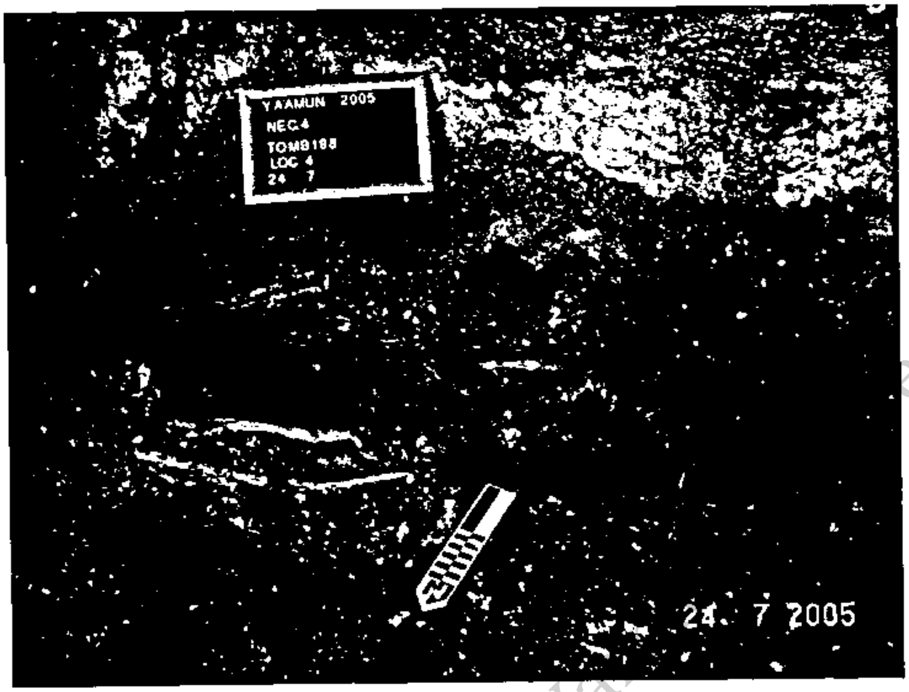
شكل ٦،٢:   صورة تمثل المعصرة العنب رقم (٤) والأجزاء المكونة لها
(Turshan and Cox, 2011: figure 8) (Chambers 1-5)



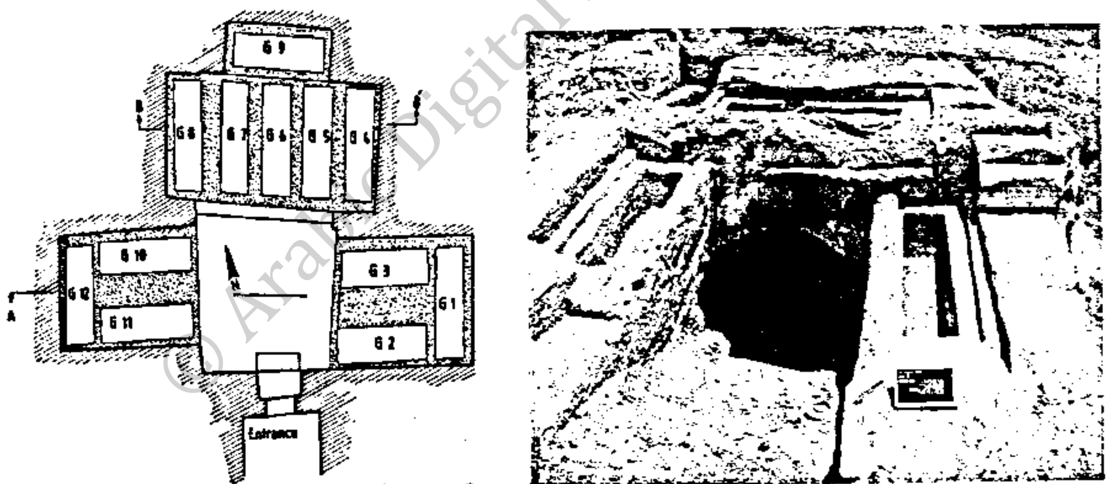
شكل ٧،٢: يمثل مخطط لمعصرة العنب رقم (١) يوضح الأجزاء المختلفة المكونة للمعصرة
.(Turshan and Cox, 2011: figure 1)



شكل٢,٨: يمثل رسم اللوحات الفسيفسائية على مخطط الكنيسة البيزنطية الواقعة في التل (www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014e).



شكل ٢.٩: صورة تبين بقايا هيكل عظمي في قبر رقم (١٩٨)، المقبرة الثالثة، يعود إلى العصر الروماني المتأخر.(www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014c:figure 7)



Necropolis 1, Tomb 31

Tomb 25

ب : Shaft Tombs

أ: يمثل المخطط الداخلي للقبر

شكل ٢. ١٠: أ :مخطط لقبر رقم (٣١) يبين مقابر جماعية، ب: صورة لقبر(٢٥) يمثل قبراً عامودياً يعودان إلى العصر الروماني (Al-Bataineh et al., 2011: .(figures 4 and 5

٤,٢,٢,٢ العصر الأموي (٦٦١م-٧٥٠م)

تم العثور على كميات كبيرة من المواد واللقى الأثرية المختلفة والبقايا المعمارية الأثرية التي تشير بشكل واضح إلى أن موقع يعمون الأثري كان مستوطناً خلال الفترات الإسلامية. حيث تنتشر كميات كبيرة من الفخار الأموي في عدة معالم أثرية تم الكشف عنها في الموقع، وتمثلت الفترة الأموية بشكل واضح في إعادة الإستخدام والتعديل التي جرت لبعض البقايا المعمارية، ظهرت هذه العملية بشكل خاص في التعديلات التي شهدتها الكنيسة البيزنطية في هذه الفترة حيث تضمنت ثلاثة مراحل رئيسية: تعديلات المجاز الفاصل والساحة الخارجية وتعديلات الجهة الجنوبية للكنيسة والتعديلات الداخلية في الكنيسة (الطرشان،٢٠١١: ٦٥٢-٦٢٥ ؛ الشياب وأخرون، ٢٠٠٢: ٢٤)، وما تم تغيره ليتناسب مع حاجة الناس في تلك الفترة نذكر منها الغرف، المدافن، الكهوف، والمعاصر التي إستمر إستخدامها فيما بعد. والذي تبين من خلال العثور على لقى أثرية مختلفة تمثلت بالكسر الفخارية والأسرجة الأموية، وأخيراً نستطيع القول أن سكان يعمون في العصر الأموي قاموا بإعادة الإستخدام والتعديل للمرافق البيزنطية. (www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014b and 2014c)؛ روز وأخرون، ٢٠٠٣: ٧-٩).

٥,٢,٢,٢ العصر الأيوبي/المملوكي (١١٧١ - ١٥١٧م)

قبل الحديث عن فترة العصر الأيوبي/المملوكي في موقع يعمون الأثري، لابد من إعطاء فكرة عن الإنتشار الكثيف لهذه الفترة في العديد من المواقع الأثرية في الاردن، خاصة الشمالية منها، ويتضح ذلك من خلال العثور على عدة بقايا معمارية أثرية بالإضافة إلى الكثير من اللقى الأثرية التي تعود إلى فترة العصر الأيوبي/المملوكي. تشير هذه الوفرة في البقايا الأثرية إلى كثافة الإستيطان الأيوبي/المملوكي في العديد من المناطق الحضارية التي كانت تابعة ضمن حدود الدولتين المتتابعتين (الأيوبية/المملوكية). تعد الطرق التجارية وقوافل الحج التي كانت تمر من سوريا وفلسطين عبر الاردن من أهم مقومات تواجد هذا الإستيطان البشري الكثيف والواضح في العديد من مناطق الاردن (البخيت، ١٩٨٨: ١٦٤-١٦٠).

أظهرت عمليات التنقيب الأثري في مراكز الإستيطان الأيوبي/المملوكي في الاردن، ويعد الإنتشار الواسع للمواقع الأثرية التابعة لهذه الفترة في أنحاء الاردن والتي تمثل شاهداً على التقدم والرقي الذي إستطاعوا الوصول إليه، إعتماداً على الإمكانيات المتطورة المتوافرة لديهم. ومما

سبق يمكن الحديث عن وجود نشاط إنساني كثيف، يظهر من خلال التطور الكبير الذي إنعكس على صناعة الفخار بتعدد أشكاله، أنواعه، ألوانه، زخارفه، وتكنولوجيا صناعتة أنذاك.

في بداية هذه الفترة تراجعت الصناعات الفخارية بسبب نشوء الحروب الداخلية والخارجية التي أدت إلى عدم الإستقرار، وبالتالي التراجع في تلك الصناعات، الا في أوقات الرفاه والرخاء الإقتصادي (حسين، ١٩٨٤: ٤٩). فقد كانت بداية الصناعات الفخارية عبارة عن تقليد للفترة الفاطمية، إضافة إلى تأثر الفنان المسلم الأيوبي/المملوكي بالفنون السائدة في العصر السلجوقي. ولكنه إستطاع لاحقا بإظهار نفسه من جديد بإقامة خط تطوري واضح على صناعة الفخار وإنتاجه بروعة وإتقان، وهذا قاد إلى تحقيق التقدم الصناعي الذي إنعكس بشكل إيجابي على صناعة الفخار وإتقانه من حيث الحجم، وأساليب وطرق الطلاء. وقد تمتع الاردن في هذه الفترة بموقع إستراتيجي مميز فكان عبارة عن نقطة وصل ما بين سوريا ومصر (حسين، ١٩٨٨: ٧١-٧٢).

ومن أهم المواقع التي شهدت إستيطان واضح في فترة العصر الأيوبي/المملوكي في شمال الاردن، والتي تم الكشف عنها من خلال عمليات التنقيب الأثري: حيان المشرف (Al-Muheisen, 1997: 13)، دوحلة (Sari, 1992 :259-227)، اليصيلة (Al-Muheisen, 1991: 341-344)، أم قيس (Weber, 1987: 533)، مغارة الوردة في جبال عجلون (Coughenour, 1976:71-78) ، نيبان (Tushingham,1975:83-84) حسبان (Saure, 1973: 50-63; Horn, 1974: 56-151)، طبقة فحل (Smith, 1973: 263)، بالإضافة إلى الكثير من مواقع الإستيطان الأيوبي/المملوكي.

ولم يكن الحال مختلفاً في موقع يعمون، فقد أظهرت عمليات التنقيب الأثري تواجد إستيطان كثيف في الفترة، وذلك بناءاً على ما تم العثور عليه من الأدلة المتنوعة سواء من اللقى والمعثورات الأثرية أو البقايا المعمارية الأثرية. كما وتم الكشف عن كميات كبيرة من الكسر الفخارية الأيوبية/المملوكية، ومن ذلك كمية لا بأس بها من الفخار المزجج، فتواجد هذا النوع من الفخار يشير بوضوح الى إزدهار الوضع الإقتصادي، التجاري، الزراعي للسكان ضمن الفترة الأيوبية/المملوكية في الموقع (www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014a).

يتركز الإستيطان الأيوبي/المملوكي في موقع يعمون في المنحدر الشرقي من موقع الكنيسة، تحديداً بإتجاه الحنية إلى الوادي في المنحدر الشرقي (إتصال شخصي مع الدكتور نزار الطرشان، تشرين الأول، ٢٠١٣). كما يتوزع هذا الإستيطان في الموقع من خلال إعادة

الإستخدام لبعض البقايا المعمارية الأثرية (الكهوف وغيرها من البقايا الأثرية الأخرى). سكن الناس خلال هذه الفترة الكهوف في شمال الاردن حيث إستخدمت للدفن وأماكن للتخزين ومقابر ومعاصر للنبيذ وكانت هذه إحدى الظواهر الشائعة في مواقع شمال الاردن(أم قيس، دوحلة، اليصيلة، ابيلا) كما قام السكان في هذه الفترة بإعادة إستخدام الكثير من البقايا المعمارية التي تعود للفترات السابقة؛ حيث تم العثور على معالم أثرية ومعمارية وبعض القطع الأثرية التي تشير إلى إعادة الإستخدام لمباني الكنيسة في الفترة الأموية والأيوبية/المملوكية (www.cavern.uark.edu/~jcrose/., 2014b). كما أن هناك أيضاً دلائل على إعادة الإستخدام للمعاصر بما فيها الرومانية، البيزنطية، وبشكل خاص في الفترة الأموية وتتمثل تلك الدلائل بالغرف، الحجرات وبعض الجدران. عثر على أمثلة في المنطقة الإختبارية على منحدرات التل الجنوبية وارخت تلك الجدران إلى الفترة الأيوبية/المملوكية. وأشار المنقبون إلى وجود عدد غير محدد من الحجرات المترابطة مع بعضها البعض، وعلى ما يبدو ما زالت هذه المنطقة بحاجة إلى مزيد من التنقيب الأثري لكشف معالم هذه الفترة وفهم طبيعة الإستيطان الأيوبي/المملوكي فيها بشكل أوضح (الشياب وأخرون، ٢٠٠٢: ٢٥). من الأمثلة الأخرى على الإستيطان الأيوبي/المملوكي يتمثل في إعادة الإستخدام للمباني التي تعود لفترات سابقة، كالغرفتين التي بنيتا في العصر الأموي في المنطقة الجنوبية من الكنيسة حيث إحتوت على ممر مبلط محاذي لها، ورصفت أرضياتهما بالفسيفساء، فالحجرة الشرقية منها إحتوت على لوحة تمثل صورة لسمكتين في حين خلت الحجرة الغربية تماماً من الفسيفساء (روز وأخرون، ٢٠٠٣: ٨-١١، الشياب وأخرون، ٢٠٠٢: ٢٤-٢٦).

ويتضح من خلال دراسة الفخار بكل أنواعه، واللقى والبقايا المعمارية الأثرية المتنوعة بأن الإستيطان في هذه الفترة ممثلاً بشكل جيد في الموقع، ولكن التركيز على الجانب الأنثربولوجي للموقع وبعض المعالم الأخرى كالكنيسة البيزنطية حال دون المواصلة لإكتشاف المزيد من البقايا المعمارية الأثرية والمباني الأخرى التي تعود لهذه الفترة، لذلك تظهر الحاجة إلى إستكمال عملية التنقيب الأثري للكشف عن المزيد من المعالم وفهم طبيعة الإستيطان الأيوبي/المملوكي خاصة في الإتجاه الشرقي من الكنيسة لوجود دلائل على تمركز للإستيطان في هذه المنطقة.

الفصل الثالث

عينة الدراسة ومنهجية البحث

الفصل الثالث

عينة الدراسة ومنهجية البحث

٣. ١ عينة الدراسة

٣. ١. ١ السياق الأثري لعينات الدراسة

تم الكشف عن كميات كبيرة من القطع الفخارية خلال أعمال التنقيبات الأثرية في الموقع، كما تم تحديد أنماط مختلفة للفخار المتكشف في مناطق التنقيب والتي ارخت إلى فترة العصور البرونزية والحديدية إضافة إلى الفترتين الرومانية والبيزنطية التي مثلت الكمية الأكثر وفرة في الموقع، والتي تم الكشف عنها في المقابر، المناطق السكنية، وأخيراً الكنيسة .أما الفترة الإسلامية فتمثلت بالقطع الفخارية التي تعود إلى الفترة الأموية عموماً بالإضافة إلى القطع الفخارية الأيوبية/المملوكية وبالتحديد القطع المزججة. وتم تأريخ عينة الدراسة إعتماداً على السياق الأثري والمواد المرتبطة بها والدراسات المتعلقة بالأنماط (typology) والتسلسل الطبقي في الموقع (Hindawi, 2011: 54-60؛ زيدان كفافي، ٢٠١١: ١٧-٢٩؛ الطرشان، ٢٠١١: ١٣٤-١٣٥، روزواخرون، ٢٠٠١: ٦-٨، النجار واخرون، ٢٠٠٠: ٨-١١). تركز الإستيطان الأيوبي/المملوكي في المنحدر الشرقي للتل، بالإضافة إلى ذلك هناك دلائل على إعادة إستخدام بعض الكهوف (القبور) كمساكن في هذه الفترة، انظر جدول ٣. ١ وشكل ٢. ٤. وتجدر الإشارة هنا أن مثل هذا الإستخدام للكهوف في هذه الفترة كان سائداً شمال الاردن كما هو الحال في مواقع اليصيلة، دوحلة، أم قيس، أبيلا) (Al-Shorman, 2005:24-26؛ Sari, 1992 :259-227؛ Weber, 1987: 533).

٣. ١. ٢ العينات الأثرية المدروسة

تم إختيار مجموعة من القطع الفخارية التي تعود للفترات الإسلامية وخاصة الأيوبية/المملوكية المزججة والتي تم جمعها خلال التنقيب الأثري المنظم في موقع يعمون الأثري، فعند البحث في مستودعات كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك، فقد تم جمع تسعون كسرة فخارية مزججة تم الكشف عنها في موسمي (٢٠٠٠، ٢٠٠٥) بعد إستبعاد العينات المكررة والتالفة وإعتماداً على لون طبقة التزجيج أساساً ومن ثم الشكل والوظيفة للآنية الفخارية تم إختيار مجموعة منها مع مراعاة حجم العينة و إختيار القطع الفخارية المميزة .(diagnostic sherds)

جاءت العينات وعددها الكلي تسع وعشرين عينة حسب الأكثر تكراراً كالتالي :الزبادي (Bowls)١٦ عينة، الجاطات كبيرة الحجم (Craters) وعددها ١١ عينة، الجرار (Jars) وعددها ٢ والأباريق (Jugs) وتمثلت في عينة واحدة.

٣,١,٣ تصنيف عينات الدراسة

تم تنظيف العينات المختارة للدراسة بإستخدام الفرشاة بعناية تامة لتجنب الضرر بالعينات في الماء المقطر، وإستخدم الكحول عند الضرورة (الإيثانول، الأسيتون) بحذر شديد . وبعد تجفيف العينات تم تصنيفها ووصفها على أساس اللون لطبقة التزجيج بالإعتماد على العين المجردة و (Munsell color chart 1975) الى أربع مجموعات وهي:

المجموعة الأولى :الفخار المزجج ذو اللون الأخضر الداكن، وكان عددها ست عينات وهي .Ya 1-6، كما يوضح شكل٣. ١ .

المجموعة الثانية :الفخار المزجج ذو اللون الأخضرالفاتح، وبلغ عددها تسع عينات وهي Ya.7-15، كما يوضح شكل٣. ٢ .

المجموعة الثالثة: الفخار المزجج ذو اللون البني والبني المزخرف باللون الأصفر، وكان عددها ثمان عينات وهي Ya.16-23 ، كما يوضح شكل ٣. ٣ .

المجموعة الرابعة :الفخار المزجج ذو اللون الأصفر، وبلغ عددها سبع عينات وهي Ya.24-30 ، كما يوضح الشكلان ٣. ٤ و ٣. ٥ .

جدول ٣. ١: السياق الأثري لعينات الدراسة من موقع يعمون.

السياق الأثري للعينات	نوع الفخار (الشكل)	رقم العينة
موسم التنقيب(season) : ٢٠٠٠ المكان (location) :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية(locus) : ٠٠٥	جزء من جاط عميق (باطيات). (Deep crater sherd)	Ya.1
موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان: قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠١	جزء من يد لجرة. (Jar handle)	Ya.2
موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان: قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٤	كسرة من جرة فخارية مع فوهة. (Jar with rim)	Ya.3
موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان: قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٤	جزء من جاط عميق.	Ya.4
موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان : قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٥	كسرة (جزء) من زبدية عميقة (Deep bowl sherd)	Ya.5
موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان: قبررقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠١	جزء من جاط عميق	Ya.6
موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٨	جزء من جاط عميق	Ya.7
موسم التنقيب: ٢٠٠٠	كسرة (جزء) من زبدية مع فوهة.	Ya.8

	(Shallow Bowl with rim)	المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٨
Ya.9	جزء من جاط عميق.	موسم التنقيب:: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٨
Ya.10	جزء من جاط عميق.	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ٢٠١ السوية الأثرية :٠٠٢
Ya.11	كسرة (جزء) من زبدية عميقة	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية:٠٠١
Ya.12	جزء من جاط عميق.	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية:٠٠٨
Ya.13	جزء من جاط عميق.	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٢ السوية الأثرية: ٠٠٤
Ya.14	جزء من جاط عميق.	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٠ السوية الأثرية: ٠٠٠
Ya.15	كسرة (جزء) من زبدية عميقة مع فوهة بقطر ١٨سم. (Deep bowl with rim)	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠١
Ya.16	كسرة (جزء) من زبدية صغيرة .	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٤

	(Small bowl sherd, (hummus,bowl))	السوية الأثرية: ٠٠٢
Ya.17	كسرة (جزء) من زبدية صغيرة .	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠١
Ya.18	كسرة (جزء) من زبدية	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٤ السوية الأثرية: ٠٠٧
Ya.19	كسرة (جزء) من زبدية مع فوهة	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ٢٠١ السوية الأثرية :٠٠٢
Ya.20	كسرة (جزء) من زبدية صغيرة	موسم التنقيب:٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٦ السوية الأثرية:٠٠١
Ya.21	كسرة (جزء) من زبدية	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٤ السوية الأثرية: ٠٠٢
Ya.22	كسرة (جزء) من زبدية	موسم التنقيب : ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٤ السوية الأثرية :٠٠٢
Ya.23	كسرة (جزء) من زبدية عميقة مع فوهة	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٤ السوية الأثرية : ٠٠٢
Ya.24	جزء من جاط عميق	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦

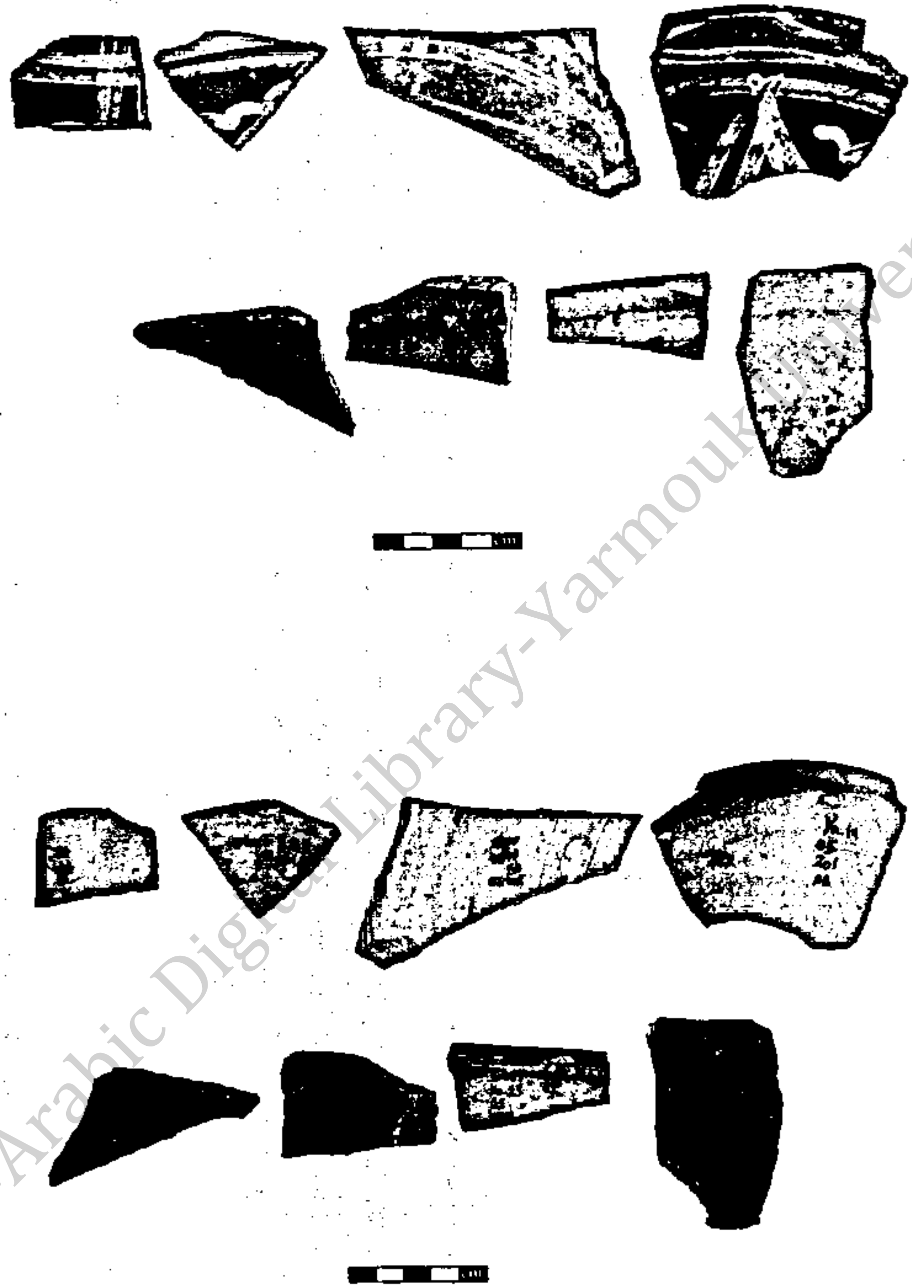
		السوية الأثرية: ٠٠١
Ya.25	كسرة (جزء) من ابريق بقاعدة (Jug base)	موسم التنقيب : ٢٠٠٥ المكان :قبر رقم ١٩٤ السوية الأثرية: ٠٠٢
Ya.26	كسرة(جزء) من زبدية مع فوهة	موسم التنقيب: ٢٠٠٥ المكان :قبررقم ١٩٠ السوية الأثرية: ٠٠٠
Ya.27	كسرة (جزء) من زبدية عميقة مع فوهة	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٥
Ya.29	كسرة (جزء) من زبدية	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠١
Ya.30	كسرة(جزء) من زبدية عميقة	موسم التنقيب: ٢٠٠٠ المكان :قبر رقم ١١٦ السوية الأثرية: ٠٠٥



شكل ٣. ١ :عينات المجموعة الأولى للفخار المزجج ذو اللون الأخضر الداكن، منظر من الأمام (الأعلى) وأخر من الخلف (الأسفل) مقياس الرسم يساوي ٥ سم.



شكل ٣. ٢: عينات المجموعة الثانية للفخارالمزجج ذو اللون الأخضر الفاتح، منظر من الأمام (الأعلى) وأخر من الخلف (الأسفل) .



شكل ٣. ٣ :عينات المجموعة الثالثة للفخار المزجج ذو اللون البني والبني المزخرف باللون الأصفر، منظر من الأمام (الأعلى) واخر من الخلف (الأسفل).



شكل٣. ٤: عينات المجموعة الرابعة للفخار المزجج ذو اللون الأصفر (البني المصفر)، منظر من الأمام (الأعلى) وأخر من الخلف (الأسفل).

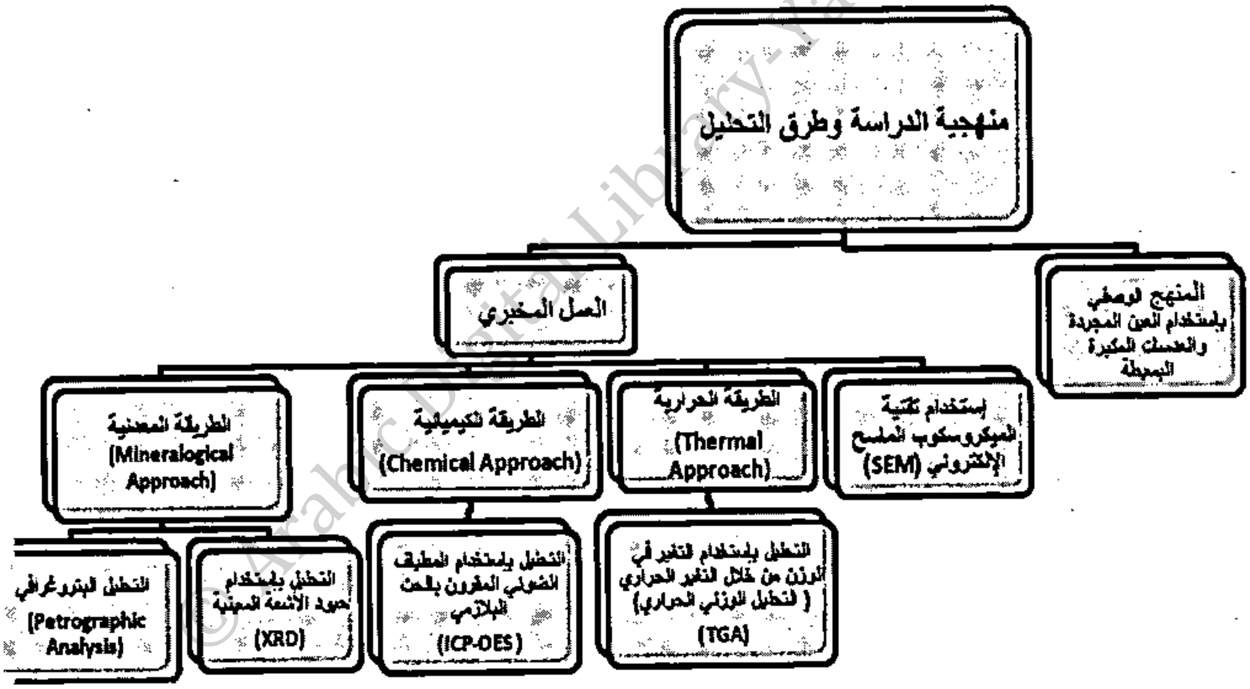




شكل ٣. ٥: تتبع عينات المجموعة الرابعة للعينة رقم Ya.24 للفخار المزجج ذو اللون الأصفر، وتمثل كسرتين من الفخار ، منظر من الأمام (الأعلى) وأخر من الخلف (الأسفل).

٢,٣ منهجية الدراسة وطرق التحليل

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن التساؤلات المنبثقة عن ذلك مثل طبيعة المواد الأولية التي إستخدمها صانع الفخار لإنتاج جسم الآنية وطبقة التزجيج، تقنية صناعة وحرق هذا الفخار ومصدر إنتاجه، فقد تم إتباع منهجية تكاملية تكونت من المنهج الوصفي والدراسة النمطية للأشكال والتحليل العلمي المخبري. الشكل ٣. ١ يبين مخطط لمنهجية الدراسة والطرق والتقنيات المستخدمة في ذلك.



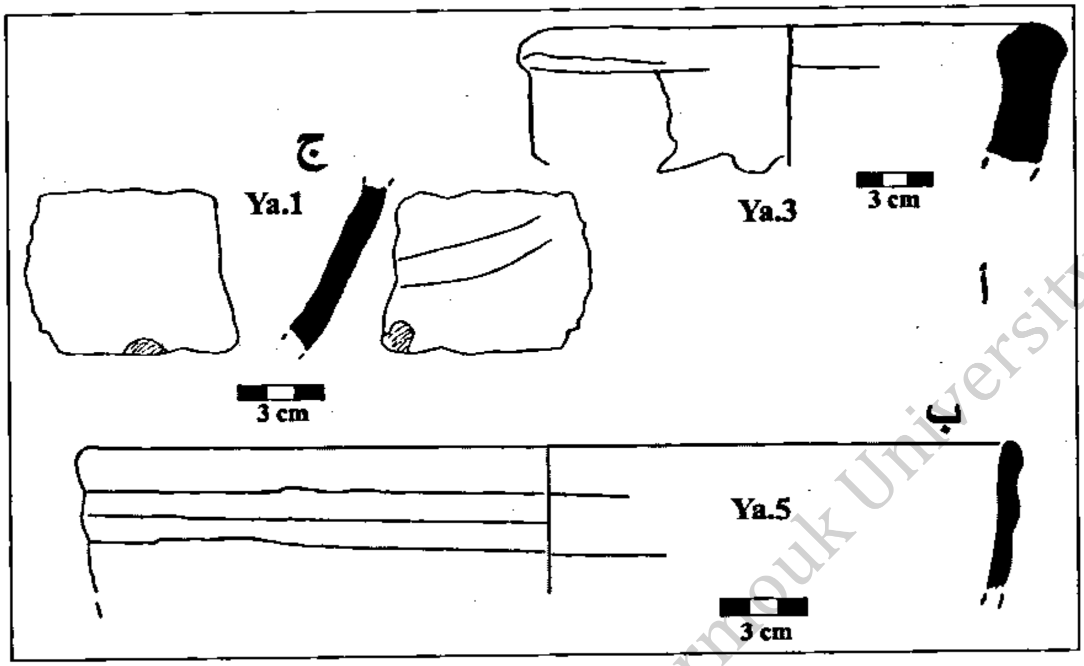
شكل ٦,٣: لوحة تبين منهجية الدراسة وطرق وتقنيات التحليل المستخدمة فيها وكيفية سير العمل فيها.

١,٢,٣ وصف العينات المدروسة

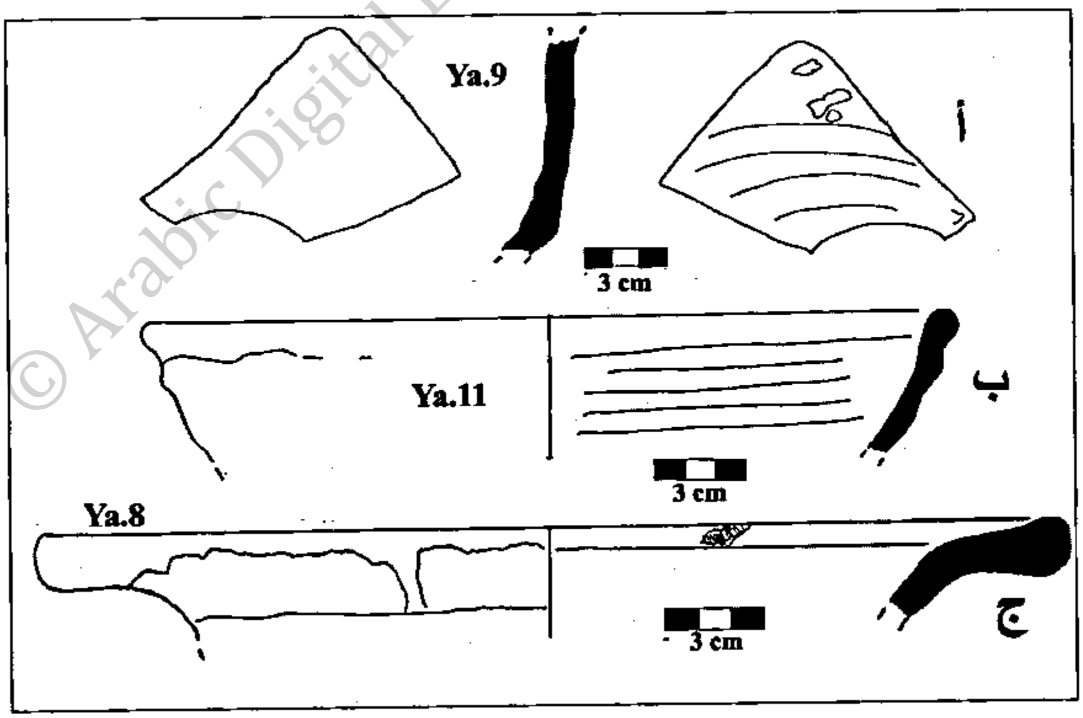
تم وصف العينات باستخدام العين المجردة والعدسات المكبرة البسيطة، من حيث لون العجينة بإستخدام Munsell color chart، طبقة التزجيج، السماكة، مكونات العجينة للعينات الفخارية المدروسة، الفراغات، المواد المضافة، ملمس السطح، وما يحتويه من آثار، انظر الجدول (٢,٣) الذي يوضح وصف عام للعينات الفخارية المزججة المدروسة.

١) المجموعة الأولى: ينتمي إلى هذه المجموعة ست عينات من اللون الأخضر الداكن، (dark green) وهي Ya.1 - 6 جاءت جميعها على شكل كسر فخارية، ولم تنحصر بنوع معين منها ما هوعبارة عن كسر من جرار يبلغ متوسط سماكتها ما بين ٠,١- ١,٣ سم وبلغ متوسط نصف قطرها ٥ سم (شكل ٧,٣ أ)، زبادي مختلفة العمق بمتوسط سماكة بلغ تقريبا ٠,٥ سم ومتوسط نصف قطر يبلغ ١٣,٥ سم (شكل ٧,٣ ب) وأجزاء من جاطات كبيرة (باطيات) الحجم بلغ متوسط سماكتها ما بين ٠,١ - ٢ سم (شكل ٧,٣ج) وتميزت عجينتها بفراغات قليلة مع إحتوائها لبعض الحبيبات الأخرى، وكان سطحها مزجج من الداخل، أما خارجياً فكان بملمس خشن نوعا ما مع تواجد آثار علامات الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج وكان لبعضها، كعينة Ya.4 زخرفة خارجية يدوية على شكل تحزيز. أما طبقة التزجيج لها فأغلبها كان بلون أخضر داكن (زيتي) الذي غطى الجزء الداخلي أما الخارجي فقد كان على شكل سيلان.

٢) المجموعة الثانية: بلغ عددها تسع عينات من اللون الأخضر (Green)، وهي Ya.7-15 وكانت جميعها على شكل كسر فخارية وأغلبها كان عبارة عن أجزاء وكسر من جاطات كبيرة الحجم تراوحت سماكتها بين ٠,٤- ٠,٩ سم (شكل ٨,٣ أ) بالإضافة إلى كسر من زبادي بلغ متوسط سمكها بين ٠,٤- ٠,٨ سم أطلق عليها اسم Shallow Bowl وبنصف قطر بلغ متوسطه ٩ سم لبعضها بينما كان يبلغ ١٢ سم في بعضها الأخر (شكل ٨,٣ ب وج)، وتميزت عجينتها بفراغات قليلة جداً تكاد تكون غير موجودة في بعضها، وبملمس خشن نوعا ما من الخارج مع تواجد آثار للحرق و أما من الداخل يتواجد عليها طبقة من التزجيج اللامع بلون أخضر.

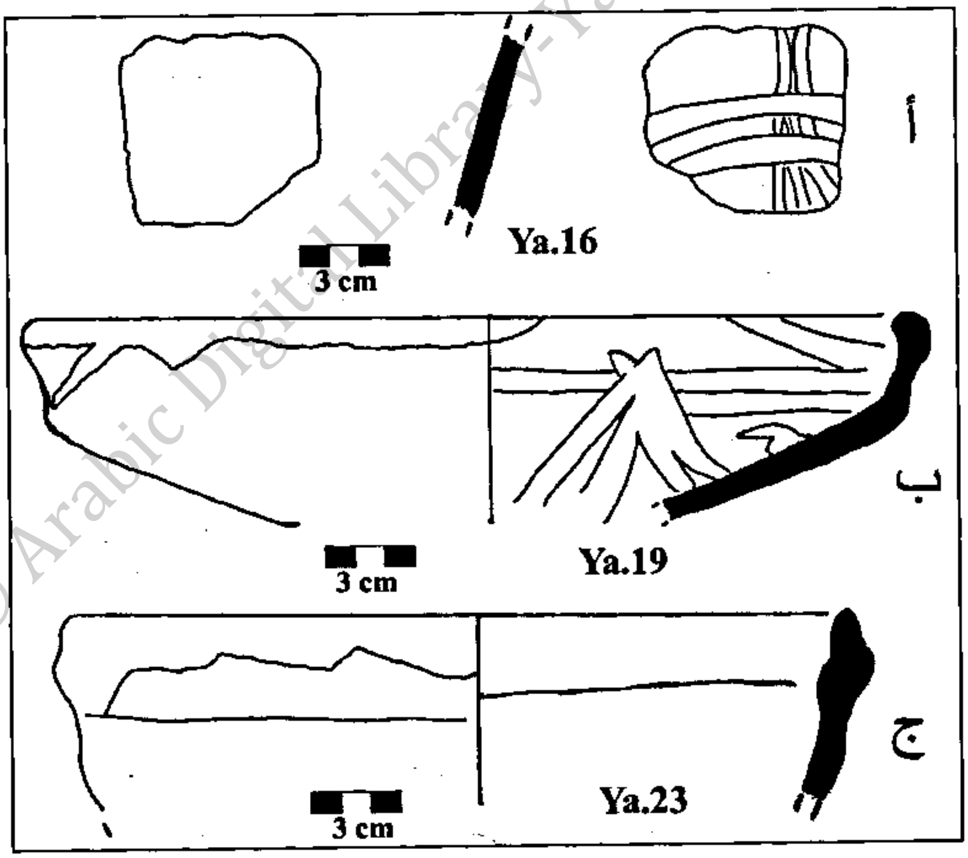


شكل ٣. ٧: أمثلة لرسومات تبين الأشكال الفخارية في المجموعة الأولى. أ: جزء من جرة مع فوهة. ب: جزء من زبدية عميقة. ج: جزء من جاط (باطية) عميق.



شكل ٣. ٨: أمثلة مختارة رسومات من الأنواع الفخارية من المجموعة الثانية. أ: جزء من جاط عميق (باطية). ب: جزء من زبدية عميقة. ج: جزء من زبدية ضحلة مع فوهة.

٣) المجموعة الثالثة: وتشمل هذه المجموعة على ثماني عينات من اللون البني والبني المصفر(المزخرف بزخارف ذات لون أصفر)(Brown, Brown yellow) وهي Ya.16- 23 وكانت جميعها عبارة عن أجزاء وكسر من زبادي تراوح متوسط سمكها ما بين ٠,٤ – ٠,٨ سم، كما كان أغلبها عبارة عن كسر من زبادي صغيرة الحجم وأطلق عليها Homos Bowl (شكل ٣. ٩ أ)، وبعضها الأخر أطلق عليها Shallow Bowl تراوح متوسط نصف القطر لها ٩,٥ سم (شكل ٩,٣ ب)، وبعضها كانت كسر لزبادي عميقة بلغ متوسط نصف القطر لها ١٠,٥ سم (شكل ٩,٣ ج) وتميزت عجينتها بفراغات قليلة وكان إحتوائها على بعض المواد المضافة أو الحبيبات الأخرى بشكل قليل جداً مع تواجد آثار للحرق والدولاب وسيلان لطبقة التزجيج من الخارج وكان معظمها بلون بني وبملمس خشن إلى ناعم نوعا ما، أما من الداخل إحتوت على طبقة تزجيج لامعة بلون بني مزخرف بزخارف هندسية جميلة بلون اصفر (شكل ٩,٣ أ وب، شكل ٨,٣).



شكل ٣. ٩: أمثلة مختارة من أشكال الزبادي في المجموعة الثالثة. أ: جزء من زبدية مع زخرفة على شكل خطوط متقاطعة. ب: جزء من زبدية ضحلة مع فوهة تظهر عليها زخارف هندسية. ج: جزء من زبدية عميقة مع فوهة.

جدول . : يبين وصف ـيـ.ـت ـراسه من حيث النوع، الشكل، النسيج، واللون

Ya.3	جرة	عجينة :بني باهت جدا (10 YR 7/4)(very pale brown) التزجيج :زيتي. (5Y 5/4) (olive)	بحجم متوسط (medium sand) يتراوح تقريبا. ٠,٢٥ ملم.	. الجسم (body) بسمك يتراوح تقريبا١سم اما الحافة (Rim)١,٣ سم. نصف القطر لها يبلغ ٥سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	تتواجد حبيبات بلون بني فاتح صغيره جدا بحجم >١ ملم.	سيلان من الخارج لطبقة التزجيج بلون اصفر مائل للزيتي. (5Y 6/8) (olive yellow)
Ya.4	جاط عميق	عجينة :بلون اصفر محمر. (7.5 YR 7/6) (reddish yellow) التزجيج :زيتي. (5Y 5/4) (olive)	بحجم متوسط (medium sand) يتراوح تقريبا. ٠,٢٥ ملم.	يتراوح السمك ما بين ١,٣سم الى ٢ سم.	موجوده بشكل قيل وبحجم يتراوح اقل ومنها ما يساوي ١ملم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	موجوده بوضوح وبحجم > ١ملم.	يوجد زخرفة يدوية من الخارج بشكل تحزيز.
Ya.5	زبدية عميقة	عجينة :بني باهت. (10 YR 6/3) (pale brown). التزجيج :زيتي. (5Y 4/4) (olive).	الحبات بشكل ناعم , بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	٠,٥ سم والحافة بسمك ٠,٦ سم، نصف القطر لها يبلغ	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	يوجد فيها حبيبات بيضاء وسوداء بحجم > ١ ملم.	

				١٣,٥سم				
Ya.6	جاط عميق	عجينة :بني باهت جدا. (10 YR 7/4) (very pale brown). التزجيج :زيتي. (5Y 5/4) (olive).	بحجم متوسط (medium sand) يتراوح تقريبا ٠,٢٥ ملم.	١ سم	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	يوجد فيها حبيبات بنية اللون بحجم >١ ملم.	عليها من الخارج سيلان لطبقة التزجيج بلون اصفر زيتي. (5Y 6/6) (olive yellow).
Ya.7	جاط عميق	عجينة :اصفر محمر. (5YR 7/6) (reddish yellow). التزجيج :زيتي. (5Y 5/4) (olive).	بحجم ناعم جدا. (Very fine silt). يتراوح تقريبا ٠,٠٠٣٩ ملم.	٠,٧سم	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	فيها حبيبات بحجم تقريبا ١ ملم واكبر من ذلك.	
Ya.8	زبدية لها رقبة للخارج	عجينة :كانت بطبقتين الاولى بلون بني مائل الى الرمادي الفاتح . (2.5 Y 6/2) (light brownish gray)	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand)	الجسم بسمك يتراوح ٠,٦سم بحافة للخارج بسمك ٠,٧ سم وبنصف	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	يوجد فيها حبيبات بيضاء وبنية وبحجم >١ ملم.	

		الثانية :بلون اصفر محمر. (7.5 YR 7/6) (reddish yellow). التزجيج :اصفر زيتوني. (5Y 6/6) (olive yellow).	يتراوح تقريبا ٠،١٢٥ ملم.	قطر يبلغ ١٣,٥سم.				
Ya.9	جاط عميق	عجينة :بطبقتين الاولى رقيقة جدا بلون اصفر باهت. (2.5Y 7/4) (pale yellow). الثانية الاكثر سماكة كانت بلون اصفر محمر. (5YR 7/6) (reddish yellow). التزجيج :بلون اصفر زيتي. (5Y 6/6) (olive yellow).	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	تتراوح السماكه ما بين ٤,٠سم الى ٩ ,٠سم .	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	تحتوي المجينة على حبيبات بنية وبيضاء اللون وبحجم >١ ملم.	
Ya.10	جاط عميق	عجينة :بلون احمر.	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم	٠,٥ سم .	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد	نادرة أو قليلة جدا.	

		(2.5 YR 5/6) (red). التزجيج :اصفر زيتي. (5Y 6/6) (olive yellow).	(fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم			اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.		
Ya.11	زبدية عميقة	عجينة :بلون اصفر محمر. (5 YR 5/6) (reddish yellow). التزجيج :اصفر زيتي. (5Y 6/6) (olive yellow)	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	تتراوح السماكة للجسم ٠,٥سم اما للحافة تتراوح تقريبا ٠,٨سم وبنصف قطر ١٢ سم.	موجوده بشكل قليل وبحجم يتراوح ١ملم واقل من ذلك.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج , العجينة بلون اصفر مائل للبني.	موجودة بلون بني وبحجم ١ملم واكبر من ذلك.	
Ya.12	جاط عميق	عجينة :بلون اصفر محمر. (5YR 7/4) (reddish yellow). التزجيج :اصفر زيتي. (5Y 6/6) (olive yellow).	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand) يتراوح تقريبا ٠,١٢٥ ملم	٠,٧ سم.	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب والعجينة تتكون من طبقتين الاولى بلون بني فاتح والثانية بلون كريمي.	قليلة جدا.	
Ya.13	جاط عميق	عجينة :رمادي قاتم. (2.5 Y 4/1) (dark	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة.	٠,٦ سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد	تتواجد بشكل واضح ومتكرر وبحجم> ١ ملم.	

		gray). التزجيج :بلون زيتي باهت. (5Y 6/4) pale olive)	(fine sand) يتراوح تقريبا ٠,١٢٥ ملم			اثار الدولاب واثار حرق.		
Ya.14	جاط عميق	عجينة :اصفر محمر. (5 YR 6/6) (reddish yellow). التزجيج :كان بجزئين . جزء بلون اصفر زيتي. (5Y 6/6) (olive yellow). الاخر بلون اصفر. (2.5Y 7/8) (yellow)	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand) يتراوح تقريبا ٠,١٢٥ ملم	٠,٩سم	موجوده بشكل قليل وبحجم يتراوح ١ملم واقل من ذلك.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب.	قليلة جدا.	
Ya.15	زبدية عميقة برقبة للخارج	عجينة :اصفر محمر. (7.5 YR7/6) (reddish yellow). التزجيج :البني المصفر الفاتح. (2.5 Y 6/3) (light yellowish brown).	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	السماكة للجسم تبلغ تقريبا ٠,٤سم اما الحافة للخارج تراوحت سماكتها ٠,٧سم	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وكانت العجينة بلون مائل للاصفر.	قليلة جدا.	

				وبنصف قطر يبلغ ٩ سم.				
Ya.16	زبدية صغيرة تشبه شكل صحن الحمص.	عجينة :بلون اصفر محمر: (5YR 6/6) (reddish yellow). التزجيج :بلون احمر مصفر. (5YR 4/6) (yellowish red).	الحبيبات بشكل ناعم بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	٠,٥سم.	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	قليلة جدا.	عليها زخارف بلون اصفر بشكل هندسي منتظم كخطوط (2.5 Y 7/8) (yellow).
Ya.17	زبدية صغيرة تشبه شكل صحن الحمص.	عجينة :اصفر محمر. (5YR 7/6) (reddish yellow). التزجيج: الاصفرمائل للبني. (10 YR 6/6) (brownish yellow)	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand) يتراوح تقريبا ٠,١٢٥ ملم	تراوحت السماكة ما بين ٠,٤ سم الى ٠,٦سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثارالدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	قليلة جدا.	زخارف هندسية جميلة بلون اصفر وبشكل منتظم. (2.5 Y .8/6) (yellow)
Ya.18	زبديه يطلق عليها اسم. (shallow	عجينة :من طبقتين الاولى بلون أحمر.	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم	تراوح السمك ما بين ٠,٤سم الى	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب واثار للحرق ,العجينة	موجودة وبحجم > ١ ملم.	

	bowl)	(2.5 YR5/6) red).) والثانية :بلون أسود. (7.5 YR 2.5/1) (black). التزجيج :بلون البني المصفر القاتم. (10 YR 3/6) (Dark yellowish brown)	(fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	٠,٧سم.		تتكون من طبقتين الأولى بلون بني والثانية بلون اسود.		
Ya.19	زبدية يطلق عليها اسم (shallow bowl).	عجينة :احمر مصفر. (5 YR 5/6) (yellowish red). التزجيج: البني المصفر القاتم. (10 YR 3/6) (dark yellowish brown)	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	تراوحت سماكة الجسم ٥ سم والحافة بسماكة ٦ سم وبنصف قطر تراوح تقريبا ٩,٥سم.	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس ناعم نسبيا مع تواجد اثار الدولاب.	موجودة وبحجم >١ ملم.	زخارف هندسية بلون اصفر زيتي. (5Y6/8) (olive yellow).
Ya.20	زبدية صغيرة تشبه شكل صحن	عجينة: اصفر محمر. (5YR 6/6) (reddish	الحبيبات بشكل ناعم ,بحجم (fine silt).	٠,٦سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس ناعم نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	قليلة جدا.	زخارف هندسية جميلة على شكل خطوط بلون اصفر.

	الحمص.	yellow). التزجيج :البني القوي. (7.5 YR 5/8) (strong brown).	۰,۰۰۷۸ملم					(10YR 7/8) (yellow).
Ya.21	زبدية يطلق عليها اسم (shallow bowl).	عجينة :احمر فاتح. (2.5 YR 6/6) (light red). التزجيج :البني القوي. (7.5 YR 5/6) (strong brown).	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand) يتراوح تقريبا ۰,۱۲٥ ملم	٥, ۰سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثارالدولاب والحرق وسيلان لطبقة التزجيج.	قليلة جدا.	
Ya.22	زبدية يطلق عليها اسم (shallow bowl).	عجينة :بطبقتين الاولى بلون اصفر محمر وهي الاكثر سماكه. (5YR 6/6) (reddish yellow). الثانية بلون اسود كخط رفيع جدا slag (2.5Y 2.5/1) (black). التزجيج :بلون البني	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand) يتراوح تقريبا۰,۱۲٥ ملم	٦,۰سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثارالدولاب والحرق.	قليلة جدا وبلون ابيض.	

		المصفر القاتم. (10YR 3/6) (dark yellowish brown).						
Ya.23	زبدية عميقة.	عجينة :بلون اصفر محمر. (5YR 6/6) (reddish yellow). التزجيج : بلون البني القوي. (7.5 YR 4/6) (strong brown).	الحبيبات بشكل ناعم بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	تراوحت سماكة الجسم ٠,٦ سم اما الحافة ٠,٨ سم وبنصف قطر يبلغ تقريبا ١٠,٥سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس ناعم نسبيا مع تواجد اثارالدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	قليلة جدا.	زخارف بلون الاصفر الزيتي. (5Y 6/8) (olive yellow).
Ya.24	جاط عميق.	عجينة :بلون الاصفر المحمر. (5YR 6/8) (reddish yellow). التزجيج :بلون اصفر. (2.5Y 7/8) (yellow).	الحبيبات بشكل ناعم بحجم (fine silt). ٠,٠٠٧٨ملم	١,٥سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثارالدولاب وسيلان لطبقة التزجيج.	موجودة وبلون ابيض وبحجم >١ ملم.	من الخارج يوجد سيلان لطبقة التزجيج بلون البني المصفر الفاتح وفي اجزاء ظهر بلون زيتي (2.5Y 6/3) (light (yellowish brown), (5Y 5/4)

								(olive).
Ya.25	كسرة صغيرة من ابريق وتمثل قاعدة ابريق.	عجينة :بلون البني الباهت. (10YR 7/4) (pale brown). التزجيج :بلون اصفر. (2.5 Y 7/8) (yellow).	بحجم ناعم جدا. (Very fine silt). يتراوح تقريبا ۰,۰۰۳۹ ملم.	تراوحت سماكة الجسم تقريبا ۰,٥ سم اما القاعدة ۰,٦سم وبنصف قطر بلغ ٣ سم.	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وتحتوي من الخارج على فراغات واضحة.	قليلة جدا.	
Ya.26	زبدية يطلق عليها اسم (shallow bowl).	عجينة :بلون بني باهت جدا. (10YR 7/4) (very pale brown). التزجيج : بلون اصفر. (10YR 7/8) (yellow).	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand) يتراوح تقريبا ۰,۱۲٥ ملم	تتراوح سماكة الجسم تقريبا ۰,٤سم وبحافة تبلغ سماكتها ۰,۸سم وبنصف قطر يبلغ ۰,٥ ١سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان طفيف لطبقة التزجيج.	موجوده وبحجم >١ ملم ومنها ما هو اكبر من ذلك .	
Ya.27	زبدية عميقة.	عجينة:بلون اصفر محمر. (5YR 6/6) (reddish yellow).	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة. (fine sand)	تبلغ سماكة الجسم تقريبا ۰,٤ سم وبحافة سماكتها	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب وسيلان طفيف لطبقة التزجيج.	موجودة بلون ابيض وبحجم >١ ملم.	

		التزجيج :بلون اصفر. (2.5 Y 7/8) (yellow).	يتراوح تقريبا ٠,١٢٥ ملم	تقريبا ٠,٦سم وبنصف قطر يبلغ ٨,٥ سم.				
Ya.29	زبدية.	عجينة :بلون اصفر محمر. (7.5YR 6/6) (reddish yellow). التزجيج :بلون اصفر. (2.5Y 7/8) (yellow).	الحبيبات بحجم متوسط تقريبا بحجم (Medium silt). يتراوح بين ٠,١٥٦ ملم.	٠,٧ سم.	تواجدها معدوم.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب.	قليله جدا.	
Ya.30	زبدية عميقة مزججه من الداخل.	عجينة :بلون اصفر محمر. (5YR 6/6) (reddish yellow). التزجيج :كان بلون اصفر وعليه جزء بلون اصفر زيتي. (2.5Y 7/8) (yellow). (5Y 6/6) (olive yellow	الحبيبات بحجم ناعم ,كحجم حبات الرمل الناعمة, (fine sand) يتراوح تقريبا ٠,١٢٥ ملم	تتراوح سماكة الجسم تقريبا من ٠,٧سم الى ٠,٩سم.	نادرة يكاد ينعدم تواجدها.	الداخل :يوجد طبقة تزجيج لامعه. خارجيا :ملمس خشن نسبيا مع تواجد اثار الدولاب.	موجوده وبلون ابيض ورمادي وبحجم > ١ ملم.	

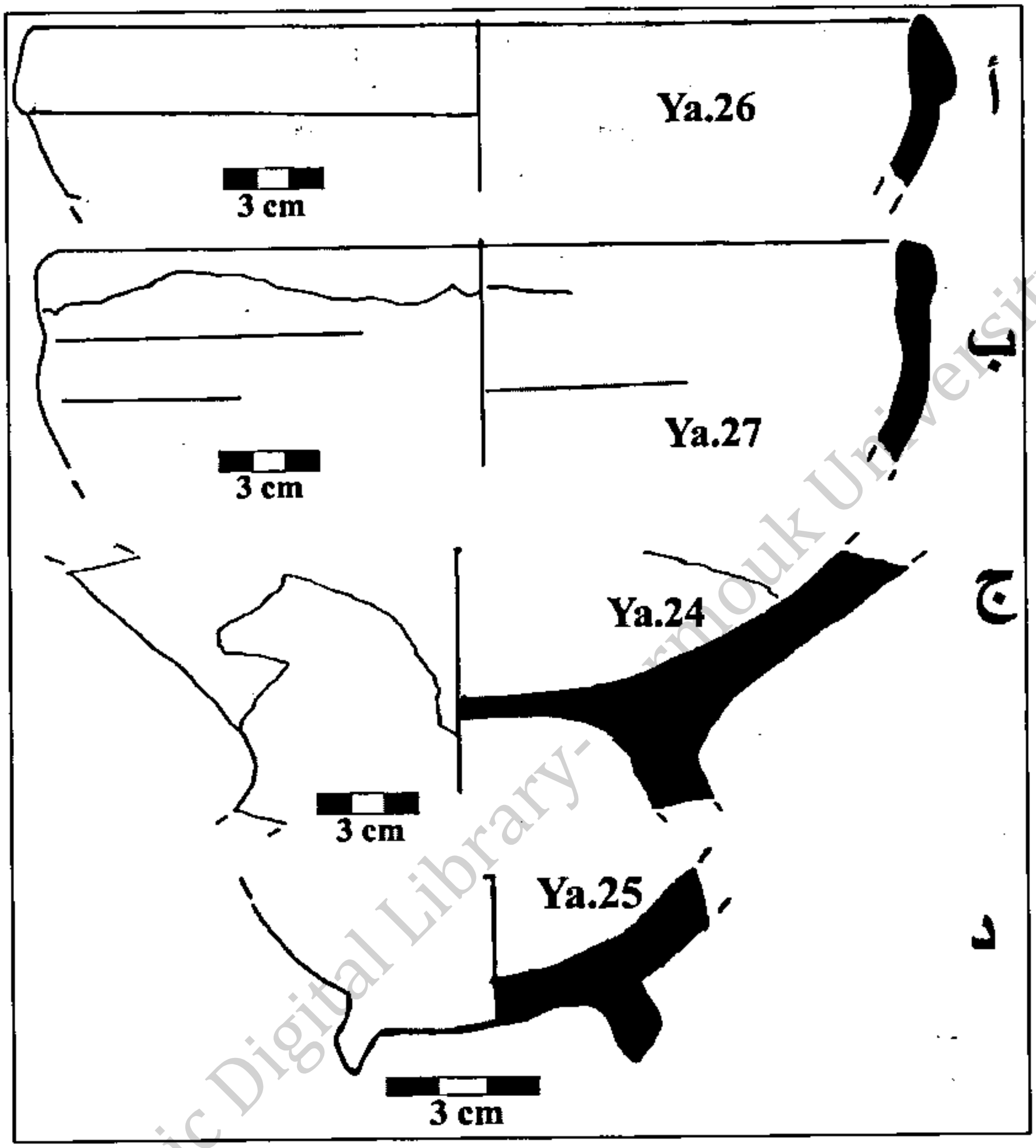
* إعتماداً على Rolletson,1975

** تصنيف حجم حبيبات إعتماداً على (Wentworth, 1922)

٤) المجموعة الرابعة: تضم هذه الجموعة سبع عينات من اللون الأصفر (Yellow)، وهي Ya.24-30 وكانت جميعها تمثل كسر فخارية تتخذ شكل معين أو وظيفة معينة، حيث جاء أغلبها كسرلزبادي مختلفة وبسماكة تراوحت بين ٤,٠-٩,٠ سم (شكل ٣. ١٠ أ وب) وبعظها الأخر لجاطات كبيرة الحجم(باطيات) ومتوسط سماكة ١,٥ سم (شكل ٣. ١٠ ج) إضافة إلى كسر من أباريق صغيرة الحجم كما في عينه رقم ٢٥ ووالتي تراوح سماكتها ما بين ٥,٠-٦,٠ سم (شكل ٣. ١٠ د). تميزت هذه العينات بعجينة تحتوي على نسبة قليلة جداً من الفراغات، كما إحتوت على بعض المواد المضافة والحبيبات الأخرى بأحجام مختلفة وواضحة في بعضها وجاءت بملمس خشن من الخارج مع تواجد آثار للحرق والدولاب وسيلان لطبقة التزجيج، داخلياً كانت مزججة بطبقة من التزجيج الأصفر اللامع.

يتضح مما سبق بأن عملية التزجيج التي تمت على القطع الفخارية المزججة المدروسة لم تختص عموما بنوع أو شكل معين من الأواني الفخارية وحتى لم يلاحظ تخصيص لون معين من التزجيج لنوع ما من الأواني. يستثنى من ذلك بأن الجرار جاءت تنتمي إلى المجموعة الأولى، التزجيج ذو اللون الأخضر الداكن ولم يلاحظ تزجيجها بأي لون أخر، بالإضافة إلى ذلك فإن التزجيج ذو اللون البني (المجموعة الثالثة) إستخدم فقط على الزبادي.

كما نلاحظ أيضاً بأن التزجيج تم على السطح الداخلي لبعض الأواني بالأخص الأواني التي لها فوهات واسعة نوعاً ما والحواف العلوية لها كالزبادي مثلاً، وأحياناً تكون طبقة التزجيج قد طبقت على السطح الخارجي أو على السطحين معاً. لملاحظة ذلك انظر الأشكال ٥,٣ -١,٣، ويعود السبب في الإختلاف في موضع التزجيج على الأواني إلى طبيعة الإستخدام لها والوظيفة التي صنعت من أجلها، فالأواني ذات الفوهات الواسعة مثلاً كالزبادي زجج أغلبها على السطح الداخلي فقط؛ لمنع تسرب ونفاذ السوائل منها وكذلك تسهيل عملية تنظيفها، أما الأواني التي تم تزجيجها من السطحين الخارجي والداخلي فأغلبها تكون كبيرة الحجم نوعاً ما كالأباريق والجرار الصغيرة، حيث نلاحظ هنا أن طبقة التزجيج تضيف منظراً جمالياً لسطح الآنية الخارجي أي كانت لها وظيفة أخرى تتمثل بزخرفة جمالية ذات روعة وإتقان طبقت على سطح تلك الأواني.



شكل ٣. ١٠: أمثلة مختارة من أشكال الفخار في المجموعة الرابعة. أ: جزء من زبدية مع فوهة ب: جزء من زبدية عميقة مع فوهة. ج: جزء من جاط عميق مع قاعدة. د: جزء من إبريق مع قاعدة.

٣,٢,٢ التحليل العلمي لعينات الدراسة

بعد تنظيف والرسم والتصوير للعينات المختارة للدراسة تم تحليلها بعدة طرق: الطريقة المعدنية بإستخدام التحليل البتروغرافي (الميكروسكوب الضوئي المستقطب) وطريقة وحيود الأشعة السينية، الكيميائية بإستخدام المطياف الضوئي المقرون بالحث البلازمي والحرارية من خلال التحليل الوزني الحراري. ثم درس نطاق الإلتحام (التفاعل) بين جسم الآنية الفخارية وطبقة التزجيج بإستخدام المجهر الماسح الإلكتروني.

١,٢,٢,٣ الطريقة المعدنية

تعد الطريقة المعدنية من أهم الطرق التي تستخدم للكشف عن مجموعات المعادن التي تحتوي عليها طينة الفخارالأثري والمواد المضافة إليه، حيث نستطيع من خلالها تحديد ووصف نوعية وكمية المكونات المعدنية من خلال تركيبة الحبيبات الدقيقة للمادة الفخارية المدروسة والصفات المعدنية للعجينة (Rice, 1987: 376). كما يمكن بواسطتها معرفة مصدر الفخار، سواء كان محلي أم مستورد، وتقنية الصناعة التي أنتج بها، والتي تعطي فكرة عن درجة حرارة الحرق وجو الإحتراق (Maggtti 1982: 126). من أهم التقنيات التي تستخدم في التحليل المعدني: التحليل البتروغرافي (Petrography) وتحليل حيود الأشعة السينية (X-Ray Diffraction).

التحليل البتروغرافي (Petrography)

تعد طريقة التحليل البتروغرافي إحدى الطرق الرئيسية لمعرفة المعادن ونوعها والمواد المضافة إلى طينة الفخار الأثري وذلك بإستخدام الميكروسكوب المستقطب (Polarized light Microscope) حيث يتميز كل معدن بصفات ضوئية خاصة به تميزه عن بقية المعادن الأخرى (Rice, 1987:376).

كما تمكننا هذه الطريقة من وصف النسيج الداخلي لطينة الفخار من حيث ترتيب، شكل، وحجم الحبيبات المكونة لطينة الفخار ومدى ترابطها مع بعضها، إضافة لذلك تساعدنا في تحديد نسبة المعادن والمواد المضافة الموجودة فيها، كذلك التأكد والتعرف على إمكانية وجود البطانة الناعمة أوالخشنة ودراسة مدى الترابط ما بين جسم الفخار وطبقة التزجيج عليها، وتزودنا طريقة الفحص بإستخدام الميكروسكوب المستقطب بمعلومات عن طرق تشكيل الأواني الفخارية المدروسة سواء باليد أو بإستخدام العجلة وذلك من خلال ملاحظة ترتيب الحبيبات في الطينة الفخارية، حيث تترتب الحبيبات في الأواني الفخارية التي تم تشكيلها بواسطة العجلة، خاصة الطولية منها، بشكل موازي لجدار الأنية الفخارية (Shepard, 1985: 73)، في حين تكون عشوائية غير مرتبة بشكل واضح عند تشكيلها باليد، ونستطيع كذلك الإشارة إلى درجة حرارة الحرق من خلال ملاحظة التغيرات الحرارية لبعض المعادن الموجوده في الطينة الفخارية (Maggetti 1982:126; Tite 1972: 295, 323).

ومن خلال الفحص الميكروسكوبي للعينات المدروسة يمكن التعرف إلى عملية تحضير وطحن المواد الأولية المستخدمة في الصناعة وذلك بمشاهدة شكل الحبيبات غير الطينية (non-plastic inclusions) وحجمها ونسبة وجودها في العجينة، حيث تتميز تلك الحبيبات بزاويا حادة الشكل، وقد تكون خشنة Rice, 1987:36,400-403; Shepard, 1985:19). أما عن الشكل فهو يشير إلى ترتيب الحبيبات داخل الطينة ووصف درجة اللدونة لها أثناء التشكيل وكذلك الإشارة إلى التنظيم الداخلي للمكونات المتواجدة في طينة الكسرالفخارية (Shepard, 1985: 18-19). تجدر الإشارة هنا إلى أن هذه التقنية تمكننا رؤية المواد غير الطينية ولا نستطيع دراسة المواد الطينية من خلالها.

- *تحضيرشرائح الميكروسكوب المستقطب (Polarized light microscope)*

تقوم هذه الطريقة في الأساس على تحضير شرائح رقيقة (Thin sections) من القطع الفخارية، حيث يتم قصها و ثم تثبيتها على شرائح زجاجية بواسطة لاصق مناسب وبنسبة مناسبة وصقل وجه القطع الفخارية أي تنعيمها بإستخدام البودرة بمختلف الأحجام للوصول إلى السماكة المطلوبة حوالي (٣٠ ميكرون)؛ حيث تسمح ضمن غالبية المعادن للضوء بالمرورخلالها عند هذه السماكة فأقل وتظهر المعادن بالألوان الضوئية الحقيقية لها بالتالي يمكن التعرف على المعادن الموجودة (Rice, 1987:372-376).

تم تحضير الشرائح الميكروسكوبية لجميع عينات الدراسة في كلية الآثار والأنثروبولوجيا في جامعة اليرموك حسب الخطوات التالية:

- قص العينات بشكل عامودي وبزاوية عامودية لشكل القطع الفخارية المختارة بإستخدام منشار كهربائي (Cutting Machine) من نوع (Struere) للحصول على قطعة فخارية بسماكة ١ سم ما أمكن.

- صقل وتنعيم وجه القطع الفخارية المزججة التي تم قصها بإستخدام أحجام مختلفة من بودرة كربيد التنغستون، حيث تم إستخدام حجم ٨٠٠#.

- وبعد ذلك تم لصق سطح العينات المصقولة على الشرائح الزجاجية بواسطة لاصق من نوع Araldite epoxy مع مراعاة عدم حدوث فقاعات من خلال دخول الهواء مابين الشريحة الزجاجية وسطح القطعة الفخارية. تم ترك القطع بعد التلصيق لمدة يوم كامل حتى تجف.

- محاولة التقليل من سماكة القطع الفخارية التي تم لصقها على الشرائح الزجاجية وذلك بإجراء عملية صقل وتنعيم أولية بإستخدام جهاز كهربائي (Cutting Machine).

- إجراء عملية صقل نهائية للشرائح الفخارية وذلك يدوياً بإستخدام أحجام مختلفة من بودرة كربيد التنغستون والماء (٥٠٠#، ٨٠٠#، ١٠٠٠#) ويتم عادة البدء بالمسحوق الأخشن حتى الأنعم على ألواح زجاجية وبشكل دائري أو بشكل 8 حتى نصل إلى السماكة المطلوبة وهي ٣٠ميكرون وتم تحديد ذلك من خلال الفحص المستمر والمرحلي للشرائح تحت الميكروسكوب ومراقبة لون المعادن.

وبعد الإنتهاء من التحضير للشرائح، أجريت عملية الدراسة والتصوير لجميع العينات بإستخدام الميكروسكوب الضوئي المستقطب من نوع (Leica) في مختبرات كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك.

حيود الاشعة السينية (X-Ray Diffraction Analysis, XRD)

تعد تقنية حيود الاشعة السينية من أكثر وأوسع التقنيات المستخدمة في الدراسة المعدنية للتعرف على أنواع المعادن الموجودة في طينة الفخار الأثري و التي لم نستطيع التعرف عليها ورؤيتها بإستخدام الميكوسكوب المستقطب، بناءاً على بنيتها البلورية، حيث يتميز كل معدن من المعادن بتركيب كيمائي وترتيب ذري محدد ومميزله وبالتالي بناء بلوري محدد في الشبكة البلورية (Lewis and Mccouchied, 1994: 144; Tite, 1972: 287) يحتوي الفخار على العديد من المعادن المتنوعة وخاصة المعادن السيلكاتية منها بالإضافة إلى بعض المكونات المعدنية غير الطينية مثل :الكالسيت، الكوارتز، الفلسبار، البلاجيوكليز، وبعض المواد الأخرى، وتبلغ أهميتها أيضاً في التعرف على درجة حرارة الحرق الأصلية الإبتدائية للفخار من خلال دارسة التغيرات المعدنية التي ظهرت نتيجة عملية الحرق للفخار، أي أنها تزودنا بمعلومات إضافية عن ثبات المعادن، إعتماداً على دراسة وملاحظة الأطوار البلورية المختلفة للمعادن الموجودة في الفخار المحروق والتي تتغير نتيجة عملية الحرق .(Tite, 1972:29) وتجدر الإشارة هنا إلى أن هذه المعادن المتشكلة على درجات حرارة عالية في الفخار نتيجة الحرق (high temperature aluminium silicate minerals) تكون ذات تبلور ناعم أو حتى خفي وبكميات قليلة بحيث لا يمكن دراستها من خلال الميكروسكوب ولكن يمكن تسجيل وجودها من خلال تقنية حيود الأشعة السينية.

تقوم التقنية على تعريض عينة الدراسة إلى حزمة من الأشعة السينية الأولية، يحدث تفاعل مابين العينة المكونة من المادة الفخارية والأشعة المقذوفة تجاهها ثم يتم حيود للأشعة السينية الثانوية الناتجة من التفاعل بطريقة بناءة للأشعة عند تحقق معادلة براغ (Bragg):

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

حيث أن :(n): عدد مستويات الحيود (البلورية)، (λ): الطول الموجي للأشعة السينية الأولية، (d): المسافة بين المستويين البلوريين المتتابعين للمعدن، (θ): زاوية الحيود (Mitra, 1989: 134 and Tite, 1972: 286).

وبعد ذلك يتم التقاطها وتجميع هذه الأشعة من خلال الحساس (Detector) والتي تظهر على شكل قمم وقيعان حادة (peaks) حيث أن كل منها يدل على معدن معين، ومن خلال قياس المسافة بين المستويات البلورية، وثم بواسطة جداول خاصة تظهر قيمة ثابتة ومميزة لكل معدن يتم التعرف عليها.

تحضير العينات

تم تحليل جميع عينات الدراسة بواسطة هذه التقنية بعد أن تم طحن هذه العينات بإستخدام هاون من العقيق (Agate Mortar) بهدف الحصول على مسحوق ناعم جداً من الحبيبات. تم تحضير حوالي ١-٢غم من كل عينة فخارية ثم تم تحليلها بواسطة جهاز X-Ray diffraction-600 Shimadzu corporation في كلية الآثار والأنثروبولوجيا، جامعة اليرموك. يعمل الجهاز ضمن شروط معينة أثناء التشغيل للقيام بعملية التحليل المطلوبة وحددت هذه الشروط بما يلي:

مولد الأشعة: Cu-Kα. أقصى قدرة: 1.8 كيلو واط. أقصى فرق جهد: 60 كيلو فولت. أقصى تيار: 55 مللي أمبير. مدى الزوايا 2θ: (0-60).

٢,٢,٢,٣ الطريقة الكيميائية

تعتبر الطرق الكيمائية المستخدمة في عمليات تحليل المواد الأثرية مهمة وذات فائدة تمثلت في زيادة المخزون المعرفي لدراسة الآثار والقطع الآثرية التي يتم الحصول عليها من المواقع الأثرية، حيث أن هذه الطرق أجابت لنا عن الكثير من الأسئلة التي تهمنا في هذه الدراسات، كالتعرف على المواد الأولية والتكنولوجيا المستخدمة في صنع هذه القطع، وطرق التجارة، من خلال تحديد المصدر الجغرافي لها، حيث تعكس لنا بعض جوانب الحياة الإقتصادية. تم إستخدام التحليل الكيميائي في هذه الدراسة تحديداً للتعرف على تركيز العناصر الكيمائية بجميع أنواعها (الرئسية، الثانوية، النادرة) في عجينة الفخار للتعرف على نوع الطين المستخدم عموما وتأثير المواد المضافة فيه، وفي طبقة التزجيج لدراسة نوعها، ألوانها، طريقة صناعتها، ونسب هذه العناصر فيها للتعرف على التحكم بجودة المنتج. ونذكر هنا أن طبقة التزجيج هذه مادة غير متبلورة لايمكن دراستها إلا كيمائياً.

المطياف الضوئي المقرون بالحث البلازمي (Inductively coupled plasma-Optical Emession Spectroscopy, ICP-OES):

تعتبر هذه التقنية من التقنيات التي تحتاج عينات سائلة (مذابة) والتي تستخدم لتحليل العناصر الفلزية واللافلزية في محلول ما. يتم وضع العينة السائلة في وسط شعلة من البلازما التي تتكون من غاز الأرغون بدلاً من اللهب العادي وتكون ذات دقة عالية وسرعة كبيرة ويتم التسخين هنا بوساطة الحث الكهربائية والتي تولد حرارة تصل إلى ٨٠٠٠ س°. تعتبر هذه الطاقة العالية كافية لكسر الروابط الكيميائية وتحويل المركبات والعناصر إلى غاز وفي الحالة الذرية أي أنه يحصل تأيين للعينة. تقوم هذه الذرات المثارة حرارياً بإصدار ضوء عند كل طول موجي محدد. يتم جمع هذه الأطياف من خلال المطياف لتمر على بلورة حيود أو ما يشبه المنشور ليتم فصلها إلى مكوناتها الأساسية اعتماداً على الطول الموجي. ومن خلال شدة الأطياف المقاسة ومقارنتها بمنحنى معايرة مرجعي وقياسي يتم تحويل هذه الشدة في الطيف إلى تركيز للعنصر الواحد (Young and Pollar, 2000 : 40 – 44; Scott et al., 1974:75-80).

تعتبر هذه التقنية من التقنيات المفضلة في عملية التحليل الكيمائي والتي يمكن من خلالها تحديد مجموعة واسعة من العناصر في محلول تصل إلى سبعين عنصر فأكثر بجميع أنواعها بتراكيز تصل إلى ١ جزء من البليون للعناصر الخفيفة و٥٠ جزء لكل تريليون للعناصر

الثقيلة، إضافة إلى ذلك تتم عملية التحليل مرة واحدة لجميع العناصر الموجوده في العينة المدروسة، وإذا ما قورنت مع غيرها من طرق التحليل الأخرى فهي غير مكلفة، وتحتاج لعينات صغيرة جداً يتراوح وزنها بين ١٠ – ٥٠ ملغ :Young and Pollard, 2000) (44 – 24. وبما أننا نتعامل مع مواد أثرية والتي غالباً لا نستطيع الحصول عليها بكميات كبيرة لذا هي مفضلة كطريقة تحليل أثرياً، كما توفر هذه التقنية الوقت والجهد وتتميز بالسرعة، وهي أقل تدميراً من غيرها. تم إستخدام هذه التقنية في هذه دراسة للتعرف على التركيز الكيميائي للعناصر المكونة للعجينة نفسها، ولطبقة التزجيج.

تحضير العينات

تم تنظيف عينات الدراسة جيداً بالطرق الإعتيادية أو الكيميائية إن لزم الأمر. ثم طحن العينات طحناً جيداً بعد جفافها، وتم توزين ١ غ من جسم القطع الفخارية (العجينه نفسها) و ١, ٠ غ من طبقة التزجيج التي تم الحصول عليها من خلال كشط وحف الطبقة بعناية تامة وحذر شديد بواسطة dental drill.

تم تحضير محلول من كل عينة في المختبرات الكيميائية في هيئة الطاقة الذرية الاردنية حسب الخطوات التالية:

- تم أخذ ٠،٢٥ غ (في حال توفرها) من وزن العينات المطلوبة بدقة، حيث تم أخذ هذه النسبة لكل عينة من العينات وبنسبة خطأ ± ٠,٠٠١.
- وضع ٢ مل من حمض (HF) بتركيز ٤٨%، ٨ مل من حمض (HNO_3) بتركيز ٦٥%، ٢ مل من (H_2O_2) (بيروكسيد الهيدروجين) بتركيز ٣٠% التي أضيفت مع جميع العينات.
- يتم تحطيمها وتذويبها مع الأحماض السابقة بإستخدام الميكروويف(Milestone ETHOS 1).
- وضعت العينات في ا□نبوب إختبار بسعة ٥٠ مل.
- أضيف ٤% من حمض البورك لإزالة تأثير حمض (HF) والمتبقي منه.
- وفي المرحلة الأخيرة من عملية التحضير الكيميائي الرئيسي الأولي، يتم تخفيف العينات إلى ٥٠ مل.
- كما ويتم تخفيف العينات، عن طريق خلطها مع ١% من حمض النتريك المغلي جزئيا with 1% sub boiled Nitric Acid- (HNO3 65%)، ١٠ مرات كمعامل

تخفيف، وبالتالي فإن حجم التخفيف الأخير يكون بمقدار ٥٠٠ مل والتي حللت بإستخدام جهاز ICP-OES نوع (Perkin Elmer Optical Emission Spectrometer .OPTIMA 7000DV)

٣,٢,٢,٣ الطريقة الحرارية

لا تقل طرق التحليل الحرارية أهمية عن المعدنية والكيميائية في دراسة الفخار الأثري وخاصة عند الحديث عن تقنية حرق الفخار. يمكن التعرف من خلال هذة الطرق على درجة حرارة وبيئة الحرق التي تم حرق الفخار عليها والذي يفضي إلى التعرف على نوع الأفران المستخدمة، وبالمحصلة التعرف على تقنية الصناعة للفخار ومدى الجودة ودرجة المهارة التي وصلت لها عملية الصناعة والتي بدورها تعكس نوع المجتمع الذي أنتج الفخار ومدى تقدمة، ومن هذه التقنيات: تحليل التمايز الحراري (Diffrantial thermal analysis, DTA)، التحليل الوزني الحراري (Thermogravimetric analysis, TGA)، تجربة إعادة الحرق (Refiring test)، ومطياف موسباور (Mossbauer spectroscopy). تم تحليل عينات الدراسة بإستخدام تقنية التحليل الوزني الحراري للتعرف على درجة حرارة الحرق الأصلي للعينات الدراسة وذلك لتوفر التقنية وسهولة تحضير العينات والتعامل مع النتائج.

التحليل الوزني الحراري (Thermogravimetry Analysis, TGA)

تحليل التغير في الوزن إعتماداً على تغيرفي درجة الحرارة، حيث يتم قياس النقصان أو الفقدان في وزن العينة عند تسخينها على درجات حرارة عالية تصل ١٠٠٠س ه في جو محكم أي تحت السيطرة ، حيث أن النقصان بالوزن يزداد مع إرتفاع درجة الحرارة التي تسخن عليها العينة (علاقة طردية)، وبذلك نستطيع التعرف على التشوه الذي حصل على العينة نتيجة التسخين الذي تم لها، بمراقبة وملاحظة التفاعلات الكميائية التي تحدث أثناء تسخين الفخارالتي تحدث على درجات حرارة مختلفة (Odlyha, 2000: 28; Rice, 1987: 433-434; Tite, 1972: 297- 300). يتم تفسير النقصان في وزن العينة الفخارية في حدود ١٠٠ -٢٠٠ س ه نتيجة فقدان أو خروج الماء الممتص من العينة أثناء عملية التشكيل، أما في نطاق ٥٠٠-٧٠٠ س ه يحدث النقص في الوزن نتيجة تفكك الطين (تفكك الهيدروكسيل)، والنقص الناتج على درجات حرارة أعلى من ٧٠٠ س° يحدث بسبب تفكك بعض المعادن الموجودة في عجينة الفخار والمواد الأخرى المضافة كالكاسايت مثلا

(Drebushchak et al., 2005: 617-626; Rice, 1987: 433; Tite, 1972: 300 - 301). بعدها تظهر النتائج على شكل علاقة ما بين درجة حرارة التسخين الذي تم للعينات الفخارية والنقصان في الوزن ومقداره.

<u>تحضير العينات</u>

تم إختيار عشر عينات لتكون ممثلة للمجموعات الأربعة لدراستها وهي : (٢، ٥، ٩، ٨، ١٤، ١٧، ١٩، ٢٣، ٢٥، ٢٩) و بعد عملية التنظيف والتجفيف للعينات المدروسة، تم طحنها إلى بودرة ناعمة. كما وتم توزين ما مقداره ١٠ ملغ من كل عينة لإجراء عملية التحليل الحراري لها في مركز الدراسات الدوائية/ مختبر الجناح التحليلي في جامعة العلوم والتكنولوجيا.

وفي هذه المختبرات تم كبس العينات في بوتقات (Crucibles) من الألومنيوم ووضعها في الجهاز TGA من نوع (Netzsch- TG 209 F1 iris).

بعدها توضع العينة على قطعة صغيرة دائرية الشكل مصنوعة من مادة تتحمل الدرجات الحرارة العالية (الألمنيوم في الغالب) تحمل على حامل وثم يتم وضعها في ميزان حساس وتدخل العينة أو تسخن في فرن بنظام محمكم تحت السيطرة يتحكم بدرجة الحرارة وبوجود الميزان الحساس، الذي يقوم بقياس وزن العينة في كل ثانية لمعرفة النقصان الذي تم عند درجة الحرارة معينة، ثم يتم رسم العلاقة ما بين نقص الوزن ودرجة الحرق بواسطة جهاز الكمبيوتر الموصول بجهاز التحليل لإخراج هذه العلاقة ودراستها حتى نصل إلى وضع ثابت للعينة من غير أي تغيرمن حيث الوزن مهما رفعت درجة الحرارة (Odlyha, 2000: 289-290). تم تسخين العينات من درجة حرارة الغرفة إلى ١٠٠٠ س° تدريجياً وبمعدل ١٠ س° لكل دقيقة.

<u>٤،٢،٢،٣ جهاز الميكروسكوب الالكتروني الماسح (Scanning Electron Microscope - SEM)</u>

تتميز هذه التقنية بقوة تكبير عالية حيث نستطيع خلالها رؤية مالم نستطيع رؤيته بإستخدام الميكروسكوبات العادية، ويستخدم في جهاز SEM الإلكترونات بدل من الضوء كمصدر للطاقة لإعطاء صورة مبكرة واضحة بثلاثة أبعاد 3D بلون أسود وأبيض .من حسنات هذا الجهاز السرعة العالية، الدقة، قوة تكبير كبيرة جداً تصل لآلاف المرات (Jose-Yacaman

and Ascencio, 2000: 420-421)، وتوفير الجهد والوقت في إعداد العينات، مما جعله من أكثر التقنيات التي إستخدمت لدراسة اللقى الأثرية سواءاً كان ذلك من خلال فحص التراكيب الدقيقة داخل وعلى سطح العينات أو من خلال تحليل أجزاء معينة أو نقاط معينة في العينات المدروسة كيميائياً من خلال ربط الميكروسكوب مع جهاز تحليل كيميائي يعتمد على تقنية تشتت الأشعة السينية (Energy dispersive X-ray - EDX) (Jose-Yacaman and Ascencio, 2000:423-436; Tite, 1972: 249-250). تم إختيار هذا الجهاز لدراسة نطاق التفاعل أو الحد الفاصل بين جسم الأدوات الفخارية وطبقة التزجيج وذلك من أجل التعرف على تقنية التزجيج المستخدمة على القطع الفخارية المزججة المدروسة.

<u>تحضير العينات</u>

تم إختيار عشر عينات ممثلة للمجموعات الأربعة لدينا (وهي نفس العينات التي تم تحليلها بواسطة تقنية TGA) وتم قص قطعة صغيرة، بشكل منتظم يتراوح طوله ٠,٦ سم أما عرضه يترواح بين (٠,٢-٠,٣) سم، من كل عينة. بعد ذلك تم تنظيفها جيداً وتركها لتجف. ثم لصق كل خمس عينات بماده لاصقة (Araldite) على شريحة زجاجية وذلك ليتسنى إدخالها معاً إلى حجرة التحليل وبذلك توفير للوقت والطاقة.

غطيت أو غلفت العينات بطبقة رقيقة من الكربون لتصبح موصله للكهرباء بواسطة جهاز Sputter Coater من نوع EMS 450- Carbon Coater في مختبر SEM في قسم الجيولوجيا/ جامعة اليرموك. تم دراسة العينات بإستخدام جهاز SEM من نوع FEI- Quanta 200 من أجل الحصول على الصورة المرادة بشكل واضح لرؤية الحد الفاصل ما بين طبقة التزجيج وجسم العينات الفخارية المدروسة والتأكد من وجود أو عدم وجود طبقة عازلة بينهما.

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

الفصل الرابع

النتائج والمناقشة

٤. ١ التحليل الوصفي

تمثل المجموعة الأولى (الفخار المزجج ذو اللون الأخضر الداكن) كسر لجرار فخارية وجاطات كبيرة الحجم بالإضافة إلى زبادي عميقة مختلفة في سماكتها. أما المجموعة الثانية (الفخار المزجج ذو اللون الأخضر الفاتح) فهي عبارة عن كسر لزبادي، بعضها عميق وبرقبة للخارج، وجاطات كبيرة الحجم ولكن بسماكة مختلفة وقليلة مقارنة مع عينات سابقتها الإ أنها جاءت بشكل أوسع وأكبر حجماً. المجموعة الثالثة (الفخار المزجج ذو اللون البني والبني المزخرف باللون الأصفر) تكونت من كسر فخارية لزبادي صغيرة، وبعضها كانت عميقة وبسماكة قليلة. تمثلت عينات المجموعة الرابعة (الفخار المزجج ذو اللون الأصفر) بكسر فخارية لأكثرمن نوع فكانت متعددة في وظيفتها إعتماداً على شكلها، لون التزجيج، ومناطق تطبيقه فيها، ولكن أغلبها كانت كسر لزبادي مختلفة الشكل والسماكة وبأحجام مختلفة كما في العينات (Ya.26, Ya.27, Ya.29, Ya.30) بإستثناء العينتين (Ya.24, Ya.25) التي كانت تمثل جزء من جاط عميق (باطية) والأخرى قاعدة لإبريق صغير، وكانت السماكات متوسطة تقريباً.

توضح النتائج الوصفية لعينات الدراسة، أن ألوان العجينة جاءت متنوعة ومتفاوتة ما بين الوردي أحياناً، البني الفاتح أو الداكن المائل للحمرة، البرتقالي، وإحتوت بعض العينات (Ya.2, Ya.8, Ya.13) على نطاق بلون رمادي فاتح داخل اللون الأصلي (gray core) بإستثناء عينة (Ya.18) التي ظهر داخلها نطاق بلون رمادي داكن مائل إلى الأسود أكثر(black core). تدل هذه الألوان على حرق جسم الأواني الفخارية المدروسة في بيئات مؤكسدة عموماً، أما العينات التي إحتوت على نطاق رمادي في الداخل فربما حرقت في بيئة مختلطة أو أنها حرقت بسرعة فلم يتسنى لعملية الأكسدة أن تكتمل (Tite, 1972). كان إهتمام الصانع منصب على السطح الداخلي للآنية، فالخارجي ظهر بشكل خشن نوعاً وغير مزجج، بينما غطي السطح الداخلي بطبقة من التزجيج وبعدة ألوان كما أضيفت الزخارف على بعضها كما في المجموعة الثالثة التي ظهرت على شكل خطوط مستقيمة، متعرجة، ومنحنية باللون الأصفر والكريمي على خلفية مزججة بلون بني. ربما كان مكان التزجيج لهذه العينات (السطح الداخلي) سبباً واضح من حيث الوظيفة التي إستخدمت من أجلها فأغلبها كانت أوعية إستخدام يومي مختلفة وليس بقصد الزينة.

وتدل الخطوط الدائرية الواضحة على السطح الخارجي للقطع المدروسة على إستخدام الدولاب السريع في صناعتها. تؤكد لنا هذه المشاهدات الأولية على قدرة صانع الفخار الأيوبي/المملوكي على إستخدام أحدث التقنيات لتصنيع الفخار، إختيار الألوان لغايات التزجيج وإستخدام التزجيج لغايات الزخرفة. تمكن الصانع من تصنيع أشكال متنوعة لتوافق الوظيفة المطلوبة، وإستخدم أكثر من بيئة حرق لإنتاج ألوان مختلفة من العجائن لتوافق لون التزجيج.

٢,٤ المواد الأولية للعجينة الفخارية

أظهرت نتائج التحليل البتروغرافي للعينات الفخارية المزججة ذات اللون الأخضر الداكن (المجموعة الأولى) بان لون المادة الطينة في عجينتها متفاوته ما بين البني المائل إلى (الرمادي، البرتقالي إلى البني المصفر وذلك عند دراسة العينات في حالة (Plane Polarized PPL Light,) في حين ظهرت بلون بني فاتح إلى بني محمر في حالة (Cross Polarized Light, CPL) انظر جدول ١,٤. كما تميزت هذه المجموعة بنسيج ذو تزجيج عالي(Vitrified)، حبيبات ناعمة عموما مع تواجد بعض الحبيبات بحجم متوسط، حيث إتسمت أحجام حبيباتها بنمط أحادي.

وقد إحتوت العجينة الفخارية لهذه العينات المدروسة على نسبة عالية من المواد غير الطينية (non-plastic inclusions) تراوحت نسبتها ما بين (٤٠-٥٠%)، حيث شكل معدن الكوارتز (quartz) ما نسبتة (٣٠-٤٥%) ممثلاً بذلك المعدن الرئيسي. ظهرت حبيبات الكوارتز بحواف حادة وأشكال مزواه إلى شبه مزواه وبأحجام ناعمة عموماً في حين وجد وبعضها بحجم متوسط إلى خشن، وكانت تلك الحبيبات في أغلبها مكسرة يظهر سطحها بشكل متشقق، وتتسم بوجود ظاهرة الإنقراض المتموج التي ظهرت أثناء دوران العينة لفحصها تحت الميكروسكوب (شكل١,٤) .

جدول ٤. ١: نتائج الدراسة البتروغرافية لجميع عينات الدراسة.

رقم العينة	اللون PPL	اللون CPL	مستوى التزجيج	التجانس في حجم الحبيبات: أحادي	التجانس في حجم الحبيبات: ثنائي	حجم الحبيبات	النسبة الكلية للمواد غير الطينية في العجينة	النوع	نسبة المعدن في العجينة	الشكل	حجم الحبيبات للمواد غير الطينية	الملاحظات
Ya.1	بني مائل للرمادي	بني فاتح	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز	%٤٥	مزواه - شبه مزواه (مزوى)	ناعمة- متوسطة	مكسرة اكسيد الحديد على شكل صبغات بعض الحبات الناعمة من معادن الفلدسبار
Ya.2	بني مائل للبرتقالي	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز	%٤٠	مزواه - شبه مزواه	ناعمة- متوسطة	مكسرة اكسيد الحديد على شكل صبغات
								مكرايت	%٥	بشكل دائري	ناعمة- خشنة	
Ya.3	بني مائل للرمادي	بني فاتح	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز	%٤٥	مزواه - شبه مزواه	ناعمة	مكسرة مع وجود بعض حبات الكوارتز الخشنة اكسيد الحديد على شكل صبغات
Ya.4	بني مائل للرمادي	بني فاتح	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز	%٤٥	مزواه - شبه مزواه	ناعمة- متوسطة	حبات مكسرة انقراض متموج اكسيد حديد على شكل صبغات

Ya .5	بني	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٤٠	كواتز مكرايت كالسايت	%٣٠ %٧	شبه مزواه شبه دائري	ناعمة- متوسطة متوسطة- خشنة	حبات مكسرة انقراض متموج اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .6	بني مصفر	بني فاتح	تزجيج عالي	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كواتز	%٤٥	مزواه -شبه مزواه	ناعمة- متوسطه	اكسيد الحديد على شكل صبغات
Ya .7	بني مائل للبرتقالي	بني مصفر	منخفضة التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٣٠	كواتز	%٢٠	شبه دائري – مزواه	ناعمة- متوسطة	وجود بعض حبات الكواتز الخشنة انقراض متموج حبات مكسرة وجود بعض حبات خشنة من معدن الكالسايت (مكرايت كالسايت) وجود اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .8	بني مصفر	رمادي مخضر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز مكرايت	%٤٠ %٣	مزواه - شبه مزواه شبه دائري	ناعمة- متوسطة متوسطة- خشنة	حبات مكسرة، انقراض متموج مع وجود بعض الحبات الخشنة من الكوارتز والمكرايت كالسايت اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .9	بني مائل للبرتقالي	بني مصفر	منخفضة	✓		ناعمة- متوسطة	%٣٥	كوارتز	%٣٠	شبه دائري - مزواه	ناعمة- متوسطة	حبات مكسره، انقراض متموج، مع

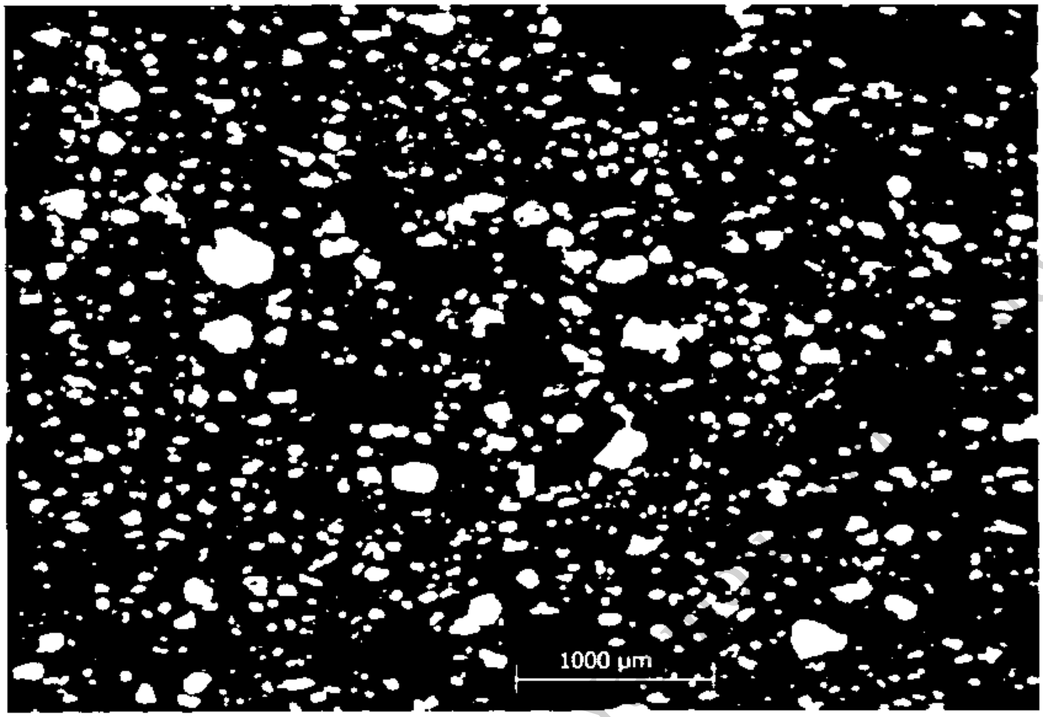
			التزجيج									بعض الحبات الخشنة وجود بعض حبات متوسطة من مكرايت كالسايت، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .10	بني	بني محمر	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٥٠	كوارتز	%٤٥	شبه دائري – مزواه	ناعمة- خشنة	انقراض متموج اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .11	بني مائل للبرتقالي	بني فاتح	منخفضة التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٣٥	كوارتز	%٣٠	شبه دائري – مزواه	ناعمة- متوسطة	حبات مكسرة، وجود بعض الحبات الخشنة، انقراض متموج اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .12	بني مائل للبرتقالي	بني مصفر	منخفضة التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٣٠	كوارتز	%٢٥	شبه دائري – مزواه	ناعمة- متوسطة	حبات مكسرة، انقراض متموج، وجود بعض الحبات المتوسطة من مكرايت كالسايت اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .13	بني داكن	اسود	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٤٥	كوارتز	%٤٠	شبه دائري – مزواه	ناعمة- متوسطة	حبات مكسرة، مع وجود بعض الحبات الخشنة، وجود بعض الحبات في طينة الفخار بنسبة ١٠% ذات شكل اوبري،

												اكسيد الحديد على شكل صبغات
Ya .14	بني	بني محمر	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٤٠	كوارتز مكرايت	%٣٥ %٥	شبه دائري - مزواه دائري – مزواه	ناعمة- خشنة ناعمة- خشنة	اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .15	بني فاتح	بني مائل للبرتقالي	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	٢٠-١٥%	كوارتز	%١٥	شبه دائري - شبه مزواه	ناعمة- متوسطة	اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .16	بني غامق	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٢٠	كوارتز	%١٥	شبه دائري - شبه مزواه	ناعمة- متوسطة	اكسيد حديد على شكل صبغات بنسبة عالية
Ya .17	بني غامق	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٤٠	كوارتز مكرايت	%٣٥ اقل من ٣%	شبه دائري - شبه مزواه شبه دائري	ناعمة- متوسطة ناعمة- متوسطة	اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .18	الجزء العلوي بني محمر في الوسط بني داكن	الجزء العلوي بني محمر والوسط بني داكن	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٥٠	كوارتز	%٤٥	شبه مزواه- مزواه	ناعمة- خشنة	حبات مكسرة، انقراض متموج، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .19	بني	بني محمر	عالية		✓	ناعمة-	%٤٠	كوارتز	%٣٥	شبه دائري –	ناعمة- خشنة	حبات مكسرة،

			التزجيج			خشنة				مزواه		انقراض متموج، وجود بعض حبات من مكرايت كالسايت، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .20	بني فاتح	بني	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٤٠	كوارتز	%٣٥	شبه دائري – مزواه	ناعمة- متوسطة	وجود بعض الحبات الخشنة من الكوارتز، وبعض الحبات من المكرايت كالسايت، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .21	بني غامق	بني محمر	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٤٥	كوارتز	%٤٠	شبه دائري – مزواه	ناعمة- خشنة	حبات مكسرة، انقراض متموج، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .22	بني	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز	%٤٠	شبه دائري - مزواه	ناعمة- متوسطة	وجود بعض الحبات الخشنة من الكوارتز، وبعض الحبات من مكرايت كالسايت الثانوي داخل الشقوق وعلى حواف الحبات، وحبات اوبرية طولية من المولايت على سطح حبات الكوارتز،اكسيد حديد على شكل

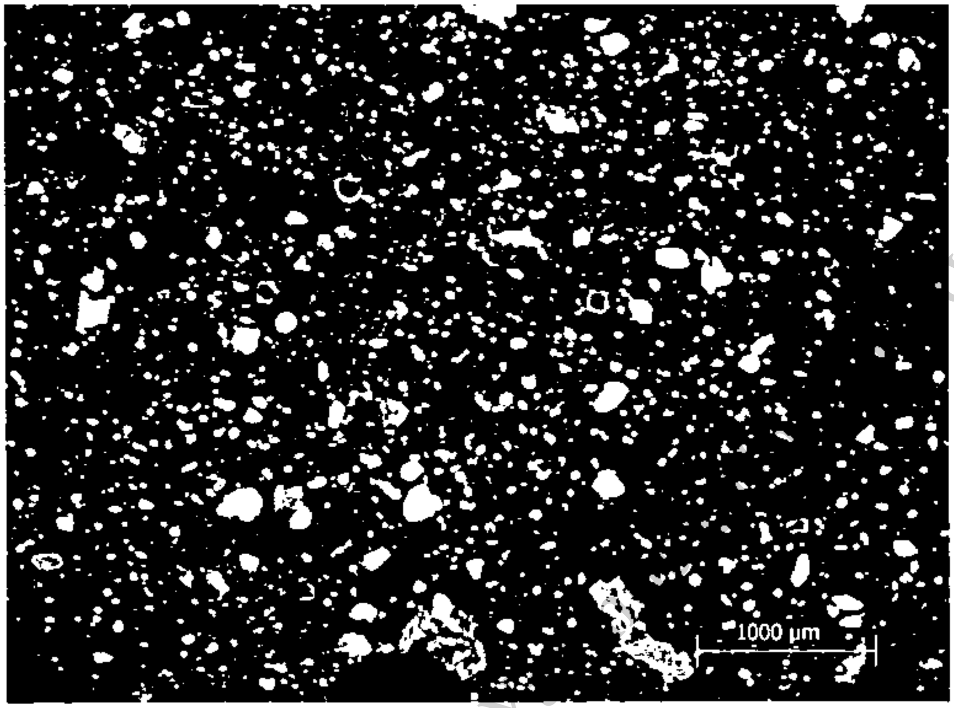
												صبغات
Ya .23	بني مائل للبرتقالي	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٣٠	كوارتز	%٢٥	شبه دائري - شبه مزواه	ناعمة- متوسطة	وجود بعض الحبات الخشنة من الكوارتز، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .24	بني فاتح	بني	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٤٥	كوارتز مكرايت	%٣٥ %١٠	شبه دائري - شبه مزواه دائري- شبه دائري	ناعمة- خشنة ناعمة- خشنة	انقراض متموج، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .25	رمادي	رمادي مخضر	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٤٥	كوارتز	%٤٠	شبه دائري – مزواه	ناعمة- خشنة	حبات مكسره، انقراض متموج، وجود بعض حبات من مكرايت كالسايت، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .26	بني مائل للرمادي	بني فاتح	عالية التزجيج		✓	ناعمة- خشنة	%٤٥	كوارتز	%٤٠	شبه دائري – مزواه	ناعمة- خشنة	حبات مكسرة، انقراض متموج، اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .27	بني	بني محمر	عالية التزجيج	✓		ناعمة- متوسطة	%٥٠	كوارتز	%٤٥	شبه دائري- مزواه	ناعمة- متوسطة	اكسيد حديد على شكل صبغات

Ya .29	بني	بني محمر	عالية التزجيج		✓	ناعمة-خشنة	٤٥%	كوارتز مكرايت	٤٠% ٥%	شبه دائري-مزواه شبه دائري	ناعمة- خشنة متوسطة-خشنة	اكسيد حديد على شكل صبغات
Ya .30	بني	بني محمر	عاية التزجيج		✓	ناعمة-خشنة	٤٥%	كوارتز مكرايت	٤٠% ٥%	شبه دائري-مزواه شبه دائري	ناعمة- خشنة متوسطة-خشنة	اكسيد حديد على شكل صبغات



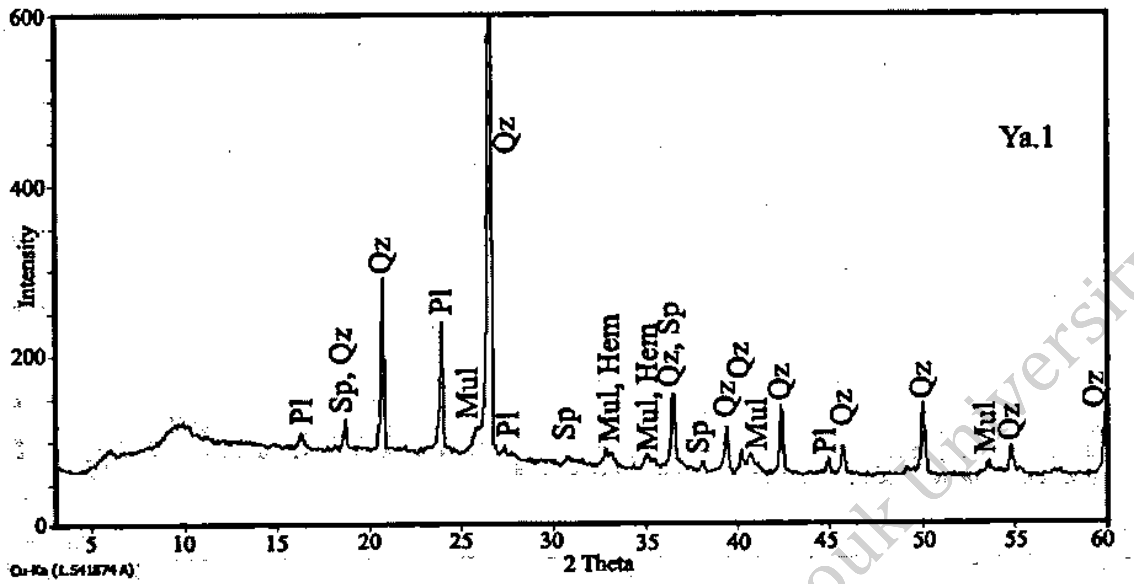
شكل ٤,١: يوضح حبيبات ناعمة - متوسطة الحجم من معدن الكوارتز، وبشكل مزواه إلى شبه مزواه عينة رقم Ya.1 (CPL) .

بالإضافة إلى ذلك إحتوت العجينة على حبيبات من المكرايت كالسايت (micritic calcite) بنسبة تتراوح ما بين (٥-٧%) وبأحجام تتفاوت ما بين الناعمة إلى الخشنة وبشكل دائري إلى شبه دائري (شكل ٤,٢) وخاصة في العينتين Ya.2, Ya.5، كما تواجد أكسيد الحديد في جميع العينات التي تم دراستها على شكل صبغة، مع وجود بعض الحبيبات الناعمة من معادن الفلدسبار كما في عينة Ya.1.



شكل ٤,٢: يوضح حبيبات متوسطة الخشونة- خشنة من معدن مكرايت كالسايت، وبشكل شبه دائري عينة رقم Ya.5 (CPL).

وأكدت نتائج تحليل حيود الأشعة السينية (XRD) ما تم التوصل إليه من خلال الدراسة البتروغرافية (جدول ٤. ٢)، بالإضافة إلى ذلك، تم التعرف من خلال هذه التقنية على المعادن التي لم يتم مشاهدتها ودراستها داخل العجينة الفخارية بواسطة الميكروسكوب، وأظهرت النتائج أن المكون الرئيسي في عينات هذه المجموعة هو معدن الكوارتز ويليه معدن السبانل (Spinel) بشكل ثانوي، و كل من: (plagioclase) Anorthite، Mullite، و Hematite بشكل نادر (قليل) شكل (٣,٤).



شكل ٣,٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، Ya.1 . Qz :كوارتز، Mul: مللايت، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل.

جدول ٢,٤: الأطوار المعدنية في عجينة الفخار للعينات الدراسة كما أظهرتها نتائج XRD.

رقم العينة	كوارتز SiO_2	سبانل $MgAl_2O_4$	بلاجيوكليز (انورثايت) $CaAl_2Si_2O_8$	مللايت $3Al_2O_3 . 2SiO_2$	هيماتايت Fe_2O_3	كالسايت $CaCO_3$	ملاحظات
Ya.1	*Xxx	Xx	X	x	X		
Ya.2	xxx	Xx	X	x	X		
Ya.3	xxx	Xx	X	x	X		
Ya.4	xxx	Xx	X	x	X		
Ya.5	xxx	X	Xx	x	X		
Ya.6	xxx	Xx	X	x	X		
Ya.7	xxx	Xx	X	x	X		
Ya.8	xxx	X	Xx	x	X	X	
Ya.9	xxx	Xx	X	x	X		

		X	x	Xx	X	Xxx	Ya.10
		X	x	X	Xx	Xxx	Ya.11
		X	x	X	Xx	Xxx	Ya.12
		X	x	Xx	X	Xxx	Ya.13
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.14
		X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.15
		X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.16
	X	X	x	X	Xx	Xxx	Ya.17
		X	x	Xx	X	Xxx	Ya.18
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.19
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.20
		X	x	X	Xx	Xxx	Ya.21
		X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.22
		X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.23
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.24
غيلنايت	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.25
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.26
		X	x	X	Xx	Xxx	Ya.27
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.29
	X	X	x	Xx	Xx	Xxx	Ya.30

*: Xxx: معادن رئيسية، Xx: ثانوية، x: معادن نادرة

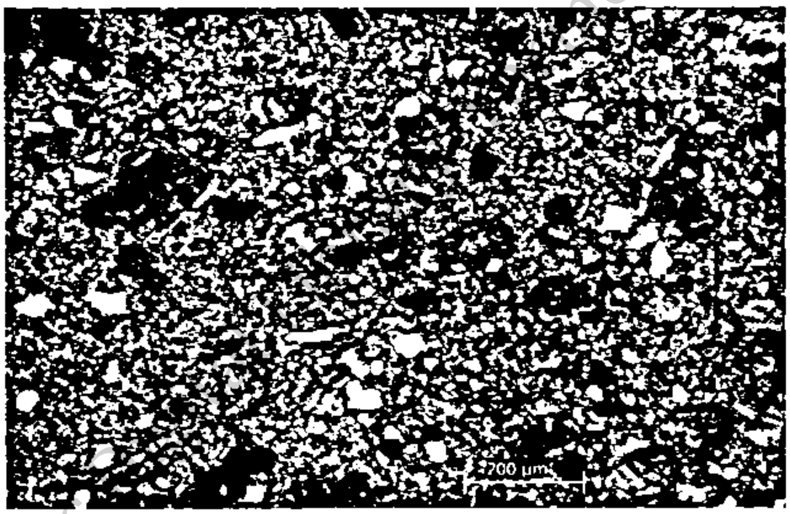
كما وبينت نتائج التحليل الكيميائي (جدول ٤. ٣) لعجينة الفخار أن المواد الأولية التي إستخدمت لصناعة عينات هذه المجموعة تتميز بإحتوائها على كمية منخفضة من الجير (CaO) (معدل= ١,٣٥%)، وكمية متوسطة من الألومينا (Al_2O_3) والتي كانت بمعدل ١١,٨٠%، كما وإحتوت على كميات عالية من السيليكا (SiO_2) بمعدل (٨١,٢٥ %)، وكمية متدنية من القلويات

($Na_2O + K_2O$) (معدل= ٢,١٩%)، علاوة على ذلك كشفت نتائج التحليل الكيميائي على تدني محتوى العجينة الفخارية من الحديد والذي بلغ بمعدل ٢,٨٩%.

جدول ٤. ٣: نتائج التحليل الكيميائي لعجينة الفخار المزجج في جميع المجموعات، تم التحليل بواسطة ICP-OES.

Sample No.	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Fe_2O_3	P_2O_5
Ya.1	84.93	9.32	0.52	0.37	1.87	0.31	2.63	0.05
Ya.2	78.37	12.52	3.64	0.48	1.45	0.29	3.15	0.10
Ya.3	83.81	10.14	0.68	0.41	1.85	0.32	2.74	0.05
Ya.4	84.12	9.12	0.71	0.38	2.17	0.40	3.05	0.05
Ya.5	76.57	15.57	1.98	0.65	1.54	0.37	3.27	0.05
Ya.6	79.68	14.10	0.59	0.56	2.09	0.47	2.47	0.04
Av. Gr. 1	**81.25**	**11.80**	**1.35**	**0.48**	**1.83**	**0.36**	**2.89**	**0.06**
Ya.7	72.74	19.64	1.32	0.70	1.80	0.37	3.37	0.06
Ya.8	73.66	17.18	3.07	0.65	1.59	0.43	3.36	0.06
Ya.9	71.70	20.07	1.33	0.71	1.93	0.51	3.67	0.08
Ya.10	71.87	14.19	1.27	0.65	1.49	0.47	9.92	0.14
Ya.11	72.13	19.48	1.50	1.00	2.02	0.41	3.63	0.10
Ya.12	80.79	12.42	0.75	0.41	1.65	0.40	3.39	0.19
Ya.13	80.41	9.97	0.80	0.35	2.17	0.56	5.55	0.19
Ya.14	79.82	11.54	3.09	0.39	1.31	0.45	3.22	0.18
Ya.15	79.52	13.00	1.21	0.52	1.63	0.44	3.52	0.16
Av. Gr. 2	**75.85**	**15.28**	**1.59**	**0.57**	**1.73**	**0.45**	**4.40**	**0.13**
Ya.16	76.68	12.67	0.86	0.40	1.62	0.43	7.12	0.22
Ya.17	82.69	7.83	2.89	0.22	1.68	0.48	4.12	0.09
Ya.18	80.83	8.48	0.87	0.31	1.49	0.50	7.15	0.37
Ya.19	80.22	10.99	3.25	0.46	1.10	0.41	4.43	0.24
Ya.20	84.88	10.42	0.69	0.26	2.01	0.6	2.97	0.18
Ya.21	85.38	7.51	0.90	0.33	0.99	0.47	5.17	0.24
Ya.22	86.89	6.76	0.70	0.24	1.02	0.49	4.68	0.24
Ya.23	89.01	5.60	0.50	0.20	0.84	0.31	4.10	0.28
Av. Gr. 3	**83.32**	**8.78**	**1.33**	**0.30**	**1.34**	**0.46**	**4.97**	**0.23**
Ya.24	75.31	13.00	6.17	0.64	1.25	0.61	2.52	0.21
Ya.25	75.82	12.53	7.59	0.44	1.26	0.53	1.59	0.24
Ya.26	78.27	10.80	6.12	0.48	1.5	0.37	2.20	0.26
Ya.27	86.06	7.72	0.72	0.22	1.17	0.50	3.46	0.15
Ya.29	76.32	13.00	5.29	0.55	1.32	0.55	2.78	0.19
Ya.30	76.52	12.67	5.16	0.57	1.44	0.64	2.79	0.21
Av. Gr. 4	**78.05**	**12.00**	**5.18**	**0.48**	**1.32**	**0.53**	**2.56**	**0.21**

أما عينات المجموعة الثانية (الفخار المزجج ذات اللون الأخضر الفاتح) تظهر طينتها بألوان مقاربة لعينات المجموعة السابقة حيث كانت تتفاوت من اللون البني المائل إلى (البرتقالي، المصفر، الفاتح) تحت الميكروسكوب الضوئي في حالة (PPL) و بألوان مختلفة عن سابقها أثناء دراستها بحالة (CPL) وتعددت بين البني (الفاتح، المصفر، المحمر، المائل إلى البرتقالي) والأسود، الرمادي المائل إلى المخضر. تتميز العجينة بنسيج من الحبيبات الناعمة عموماً، أما التزجيج فكان متفاوت في الطينة فجاءت بعض عيناتها بتزجيج عالي كما في العينات (Ya.8, Ya.10, Ya.13,Ya.14,Ya.15)، وبعضها كان بمستوى تزجيج منخفض في العينات (Ya.7,Ya.9,Ya.11,Ya.12) (شكل ٤،٤) (جدول ٤. ١).

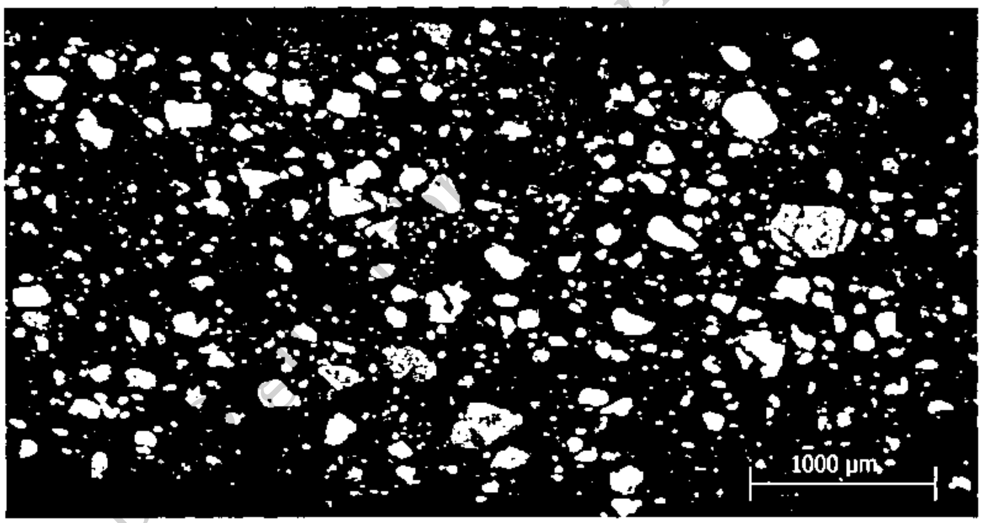


شكل ٤،٤ : يوضح مدى تفاعل الماتركس ما بين البلورات (مدى تفاعل المادة مع الضوء، عينة رقم Ya.7 (CPL).

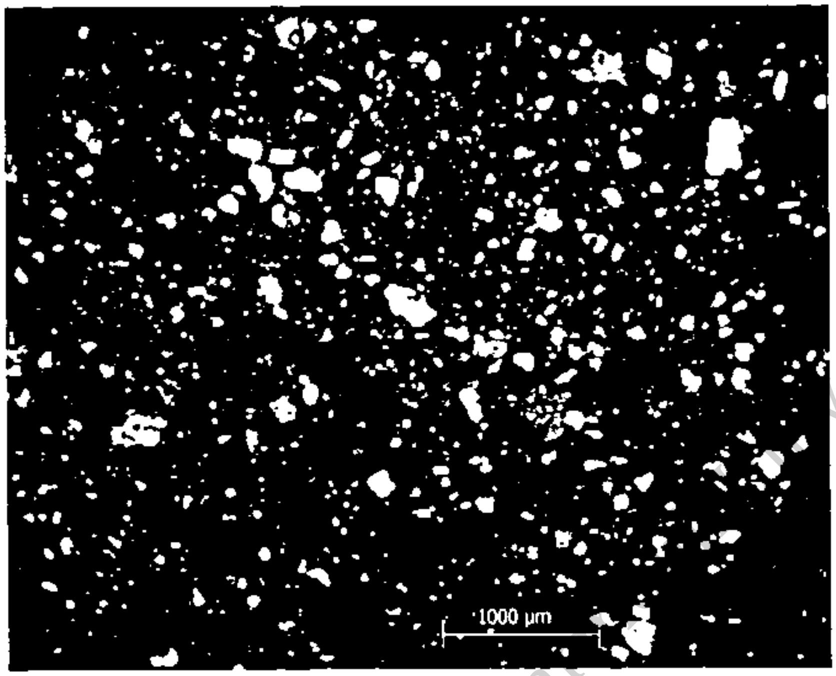
كما تتسم الحبيبات في هذه العينات بحجم متفاوت ما بين أحادي النمط إلى ثنائي النمط كما في العنتين Ya.10, Ya.14، شكل (٥،٤)، وإحتوت الطينة الفخارية على نسبة متفاوته من المواد غير الطينية وهي أقل عموما من عينات المجموعة الأولى، تراوحت نسبتها ما بين ١٥-٥٠%. شكل معدن الكوارتز النسبة الأكبر من هذه المواد فتراوحت نسبته (١٥- ٤٥%) وبذلك نلاحظ أن نسبته أقل عما سبق، وإتسم بأحجام متفاوتة تراوحت بين الناعمة إلى متوسطة الخشونة مع تواجد بعض الحبيبات الخشنة منه في بعض العينات ؛ ربما يعود ذلك لطبيعة الإستخدام والشكل لتلك الأواني الفخارية. إتسمت حبيبات الكوارتز عموما بأشكال مختلفة ما بين شبه دائرية إلى شبه مزواه وبعضها كان بشكل مزوى، ويظهر سطح بعضها مكسراً، كما وإتسمت بعضها بظاهرة

الإنقراض المتموج. في حين تميزت الطينة الفخارية لهذه العينات بإحتوائها على نسبة عالية من الكوارتز (شكل٦،٤)، (Ya.8,Ya.10,Ya.13,Ya.14) حيث تراوحت نسبة الكوارتز فيها (٢٠- ٤٥%)، وذات وبمستوى تزجيج عالي، بإستثناء العينات (Ya.7, Ya.15) التي تميزت بإحتوائها على نسبة منخفضة من الكواتز(شكل ٧،٤) مقارنة بعينات المجموعة نفسها فبلغت نسبته (١٥-٢٠%).

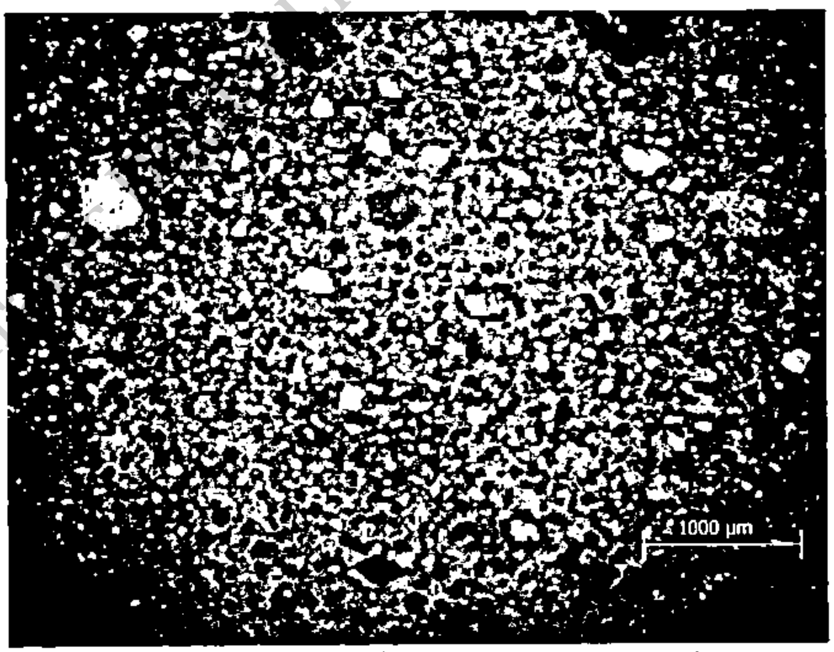
ونلاحظ أن كمية هذا المعدن تزداد كلما كانت ألوان الطينة داكنه بعض الشيء (كالبني الداكن، المائل للإحمرار، الأسود).



شكل ٥،٤: توضح حبيبات ناعمة- متوسطة الخشونة بحجم ثنائي النمط من معدن الكوارتز، وبشكل شبه مزواه- مزواه عينة رقم CPL)Ya.10).

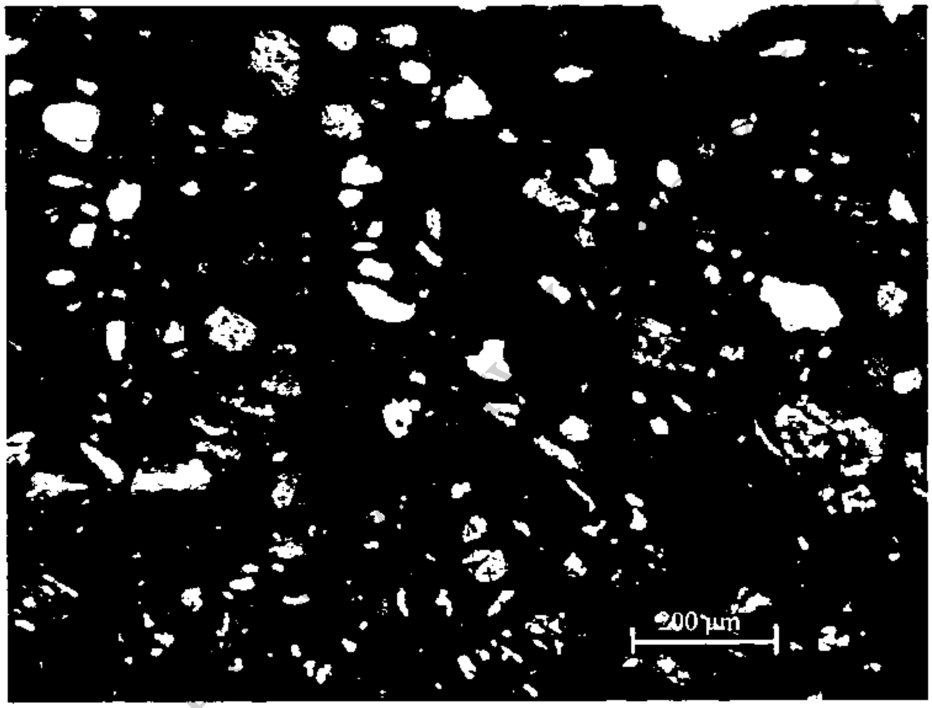


شكل ٦،٤: يوضح حبيبات ناعمة- متوسطة الخشونة والخشنة من معدن الكوارتز وبتركيز عالي، شكل شبه مزواه- مزاوه عينة رقم (CPL) Ya.8.



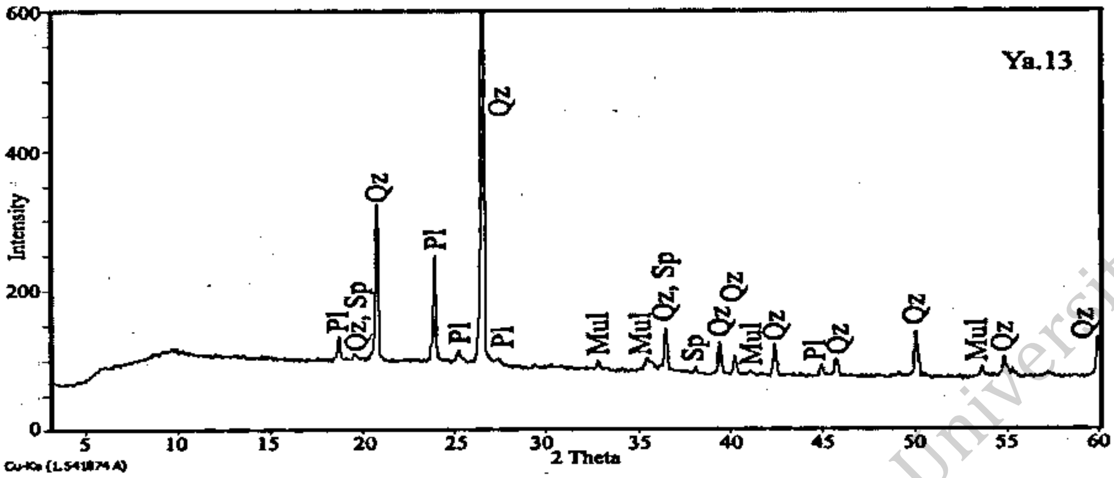
شكل ٧،٤: يوضح حبيبات ناعمة- متوسطة الخشونة من معدن الكوارتز بنسبة منخفضة، وبشكل شبه دائري إلى شبه مزواه عينة رقم (CPL)Ya.15.

كما إحتوت الطينة على حبيبات من المكرايت كالسايت بنسبة تترواح ما بين ٣-٥% كما في العينتين Ya.8 و Ya.14، وتميزت الحبيبات بشكل دائري إلى مزواه، وإتسمت عموماً بحجم يتفاوت ما بين الناعم والمتوسط وكما إحتوت على بضع الحبيبات الخشنة (شكل ٦،٤). وتحتوي الطينة لهذه العينات جميعها على أكسيد الحديد على شكل صبغة. فإحتوت العينة رقم Ya.13 على حبيبات ذات شكل اوبري وبنسبة قاربت ١٠ % من طينة الفخار تبين على أنها حبيبات لمعدن spinel (شكل ٨،٤).

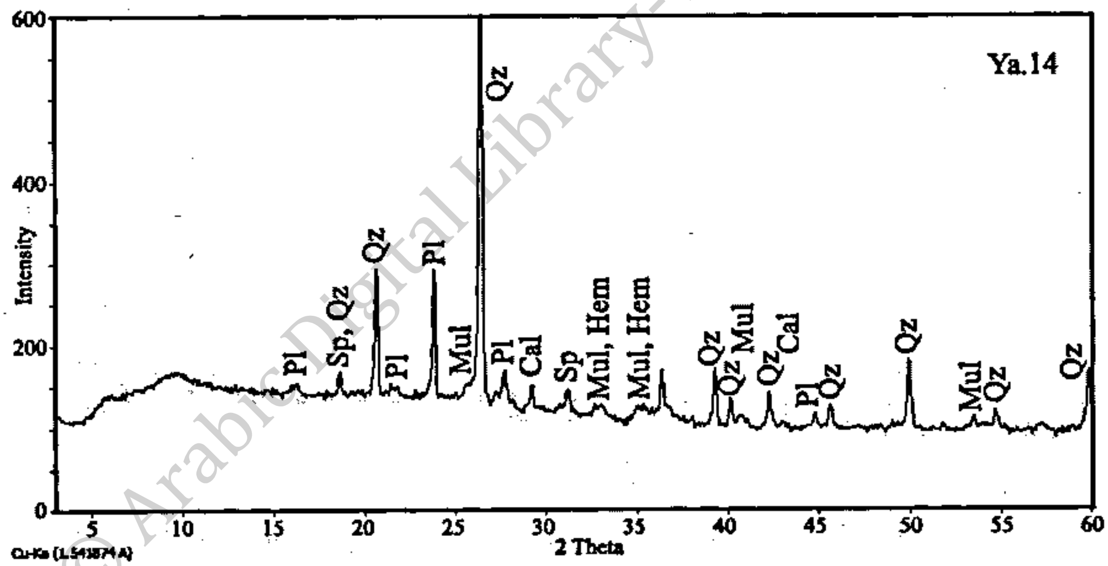


شكل ٨،٤: يوضح حبيبات بشكل إبري من معدن Spinel في طينة الفخار عينة رقم (CPL) Ya.13.

جاءت نتائج XRD (جدول ٤. ٢) منسجمة مع ما تم التوصل إليه من خلال الميكروسكوب لعينات المجموعة الثانية، حيث شكل الكوارتز المعدن الرئيسي، ثم معدني (Spinel) Anorthite (plagioclase) كمعادن ثانوية، و كشوائب تواجد كل من (Hematite) و (Mullite) شكل (شكل ٩،٤). في حين إحتوت بعض العينات (Ya.8, Ya.14) على نسبة طفيفة من معدن الكالسايت في (شكل ١٠،٤).



شكل ٩،٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.13. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل، Mul: ملايت.



شكل ١٠،٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.14. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل، Cal: كالسايت، Mul: ملايت، Hem: هيماتايت.

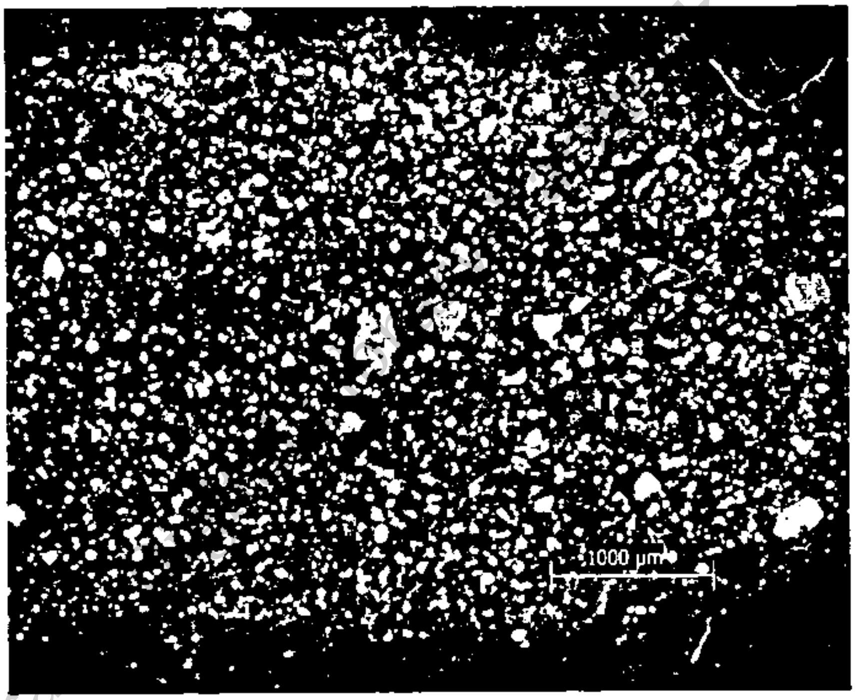
وكشفت نتائج التحليل الكيميائي للمواد الأولية المكونة لعجينة الفخار المزجج الذي ينتمي لهذه المجموعة عن وجود توافق نوعاً ما مع نتائج التحليل الكيميائي الذي تم للمجموعة السابقة (جدول ٣،٤). حيث تشابهت العجينة الفخارية من حيث إنخفاض المحتوى من كمية الجير والذي كان بمعدل ١،٥٩%، في حين إرتفعت كمية الألومينا عن سابقتها في محتوى هذه العجينة والتي كانت

بمعدل ١٥,٢٨%، الإ أنها تبقى متقاربة. أما نسبة السيليكا SiO_2 وجدت عالية وبمعدل ٧٥,٨٥% وهي أقل من محتوى العجينة الفخارية السابقة (عينات المجموعة الأولى)، أما القلويات فكانت بكمية قليلة تماماً كسابقتها فوجدت بمعدل (٢,١٨%). وأظهرت عينات هذه المجموعة إختلافاً من حيث كمية أكسيد الحديد (Fe_2O_3) التي إرتفعت نسبتة في محتوى العجينة لهذه العينات والذي كان بمعدل (٤,٤٠%)، الإ أنه بشكل عام يمكن إعتبارها غير حديدية.

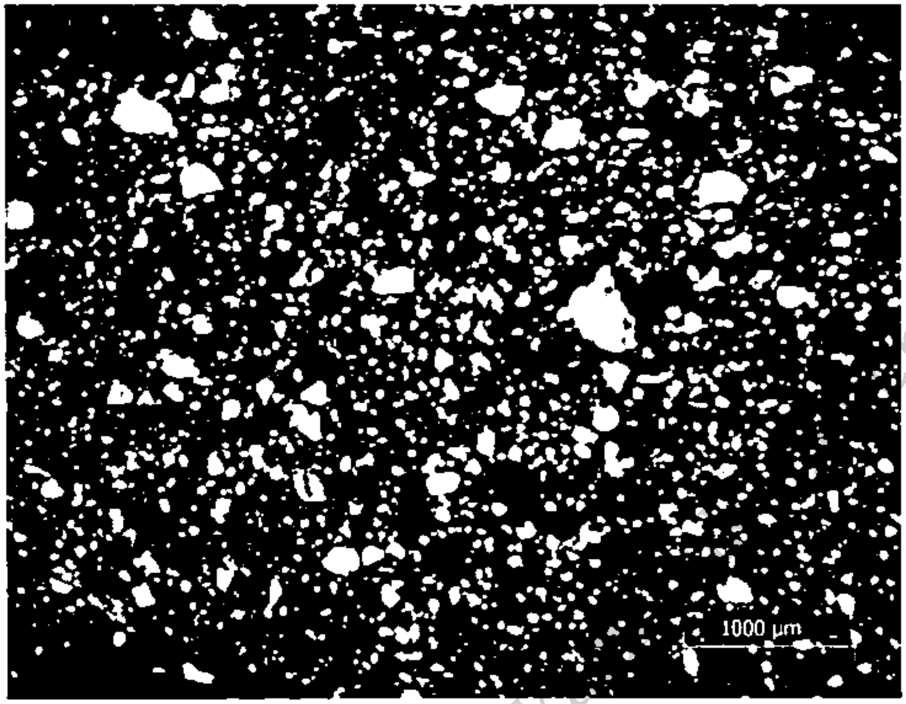
في حين تميزت عينات المجموعة الثالثة (الفخار المزجج ذو اللون البني والبني المصفر) عند دراستها في حالة (PPL) بلون عجينة بني (داكن، فاتح، مائل إلى البرتقالي)، أما في حالة (CPL) فظهرت جميعها بلون بني محمر، بإستثناء العينة رقم Ya.18 تكونت من جزئين العلوي بلون بني محمر وفي الوسط بني داكن (PPL) ولكنها كانت بلون بني محمر في الجزء العلوي، وبني داكن في الوسط (CPL). إتسمت عينات هذه المجموعة بنسيج ناعم جداً وبمستوى تزجيج عالي. كما إتسم حجم حبيباتها بنمط أحادي متجانس من الحبيبات الناعمة عموماً مع وجود بعض الحبيبات متوسطة الخشونة (شكل ٤,١١). يستثنى من ذلك العينات (Ya.18,Ya.19,Ya.21) حيث إتسمت حبيباتها بحجم ذو نمط ثنائي غير متجانس من حبيبات الناعمة و الخشنة (شكل ٤,١٢) (جدول ٤. ١). كما إحتوت عينات هذه المجموعة على مواد غير الطينية بنسبة عالية تتراوح ما بين (٢٠- ٥٠%) كما في العينات (Ya.17,Ya.18,Ya.19,Ya.20,Ya.21,Ya.22) وشكل معدن الكوارتز النسبة الأعلى من نسبة هذه المواد، فكان أحد المعادن الرئيسية في العينات المدروسة وتراوحت نسبته (١٥- ٤٥%) (شكل ٤,١١)، الإ أن بعض العينات كما في (Ya.16,Ya.23)، شكل فيها نسبة الأقل حيث بلغت نسبته (١٥- ٢٥%) أما باقي العينات فكان بنسبة أعلى تراوحت ما بين (٣٥-٤٥%)، وتميزت حبيباته بحجم يتراوح مابين الناعمة إلى متوسطة الخشونة، بإستثناء العينات (Ya.18,Ya.19,Ya.21) كانت ما بين الناعمة إلى الخشنة، كما وجد بعض الحبيبات الخشنة وبنسبة ضئيلة جداً في العينات (Ya.20,Ya.22,Ya.23) وكانت تلك الحبيبات بأشكال متفاوتة ما بين الشبه دائرية إلى المزواه، الشبه دائرية إلى الشبه مزواه، والشبه مزواه إلى مزواه، وبعضها جاءت مكسرة مع وجود ظاهرة الإنقراض المتموج فيها.

إحتوت بعض عينات هذه المجموعة على حبيبات من المكرايت كالسايت بنسبة قليلة (< ٣%) كما في العينة رقم Ya.17. وتميزت بشكل شبه دائري، وحجم يتراوح ما بين الناعمة إلى متوسطة الخشونة مع وجوده بنسب أقل من ذلك في عينات أخرى (Ya.19,Ya.20,Ya.22,Ya.23) وبحجم خشن نوعا ما. ظهر هذا المعدن بشكل واضح داخل

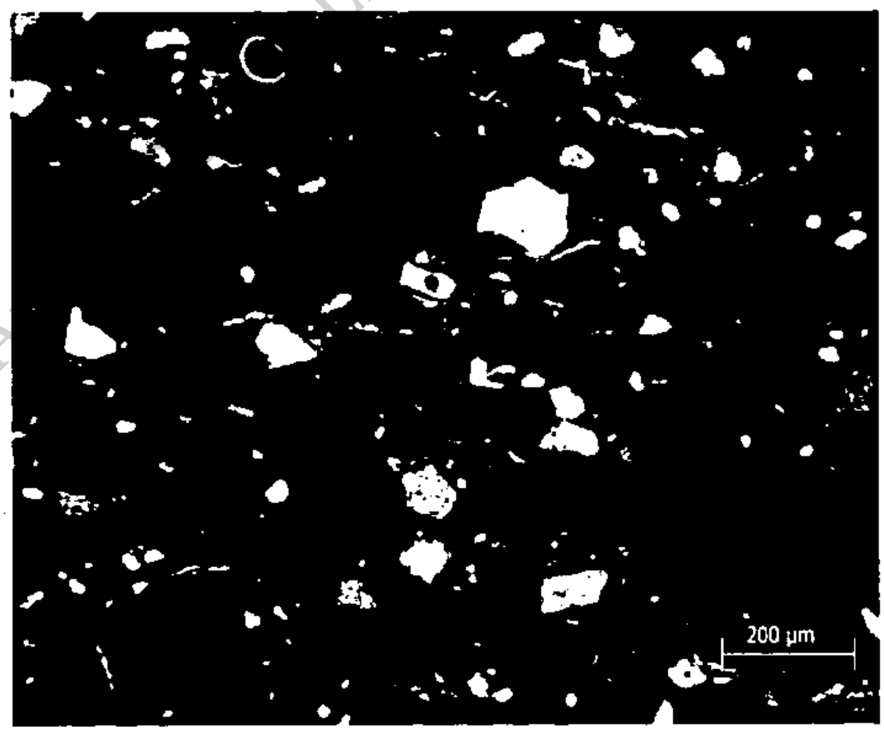
الشقوق وعلى حواف بعض الحبيبات كما في عينة (Ya.22) (شكل ١٣،٤). بالإضافة إلى ذلك تشكلت حبيبات من معدن الملايت بوضوح كما في عينة (Ya.22) (شكل ١٤،٤) على حواف وسطح حبيبات الكوارتز، كما تواجد بنسبة قليلة جداً في عينات أخرى بأطوار التشكل الأولى له ولكن كانت غير واضحة، وغلب على هذا النوع من الطينة الفخارية وجود أكسيد الحديد بشكل واضح الذي ظهر على شكل صبغة في جميع العينات المدروسة وبنسب مختلفة.



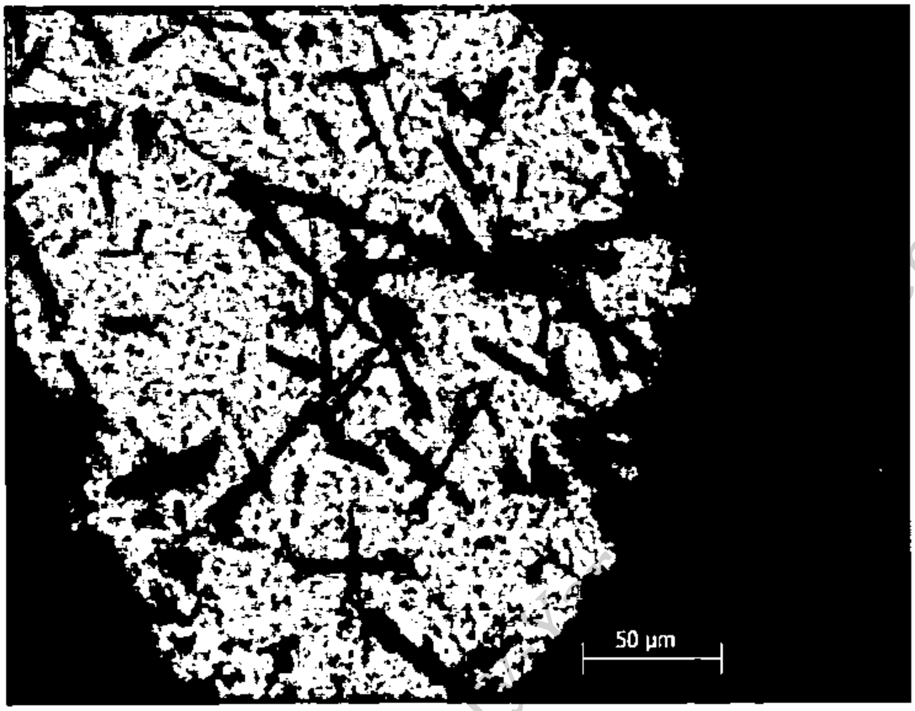
شكل ١١،٤: يوضح حبيبات تتسم بحجم أحادي النمط (ناعمة- متوسطة الخشونة) من معدن كوارتز، عينة رقم Ya.17 (CPL).



شكل ١٢,٤: يوضح حبيبات تتسم بحجم ثنائي النمط من ناعمة- خشنة لمعدن الكوارتز، بشكل شبه مزواه إلى مزواه عينة رقم CPL)Ya.18).

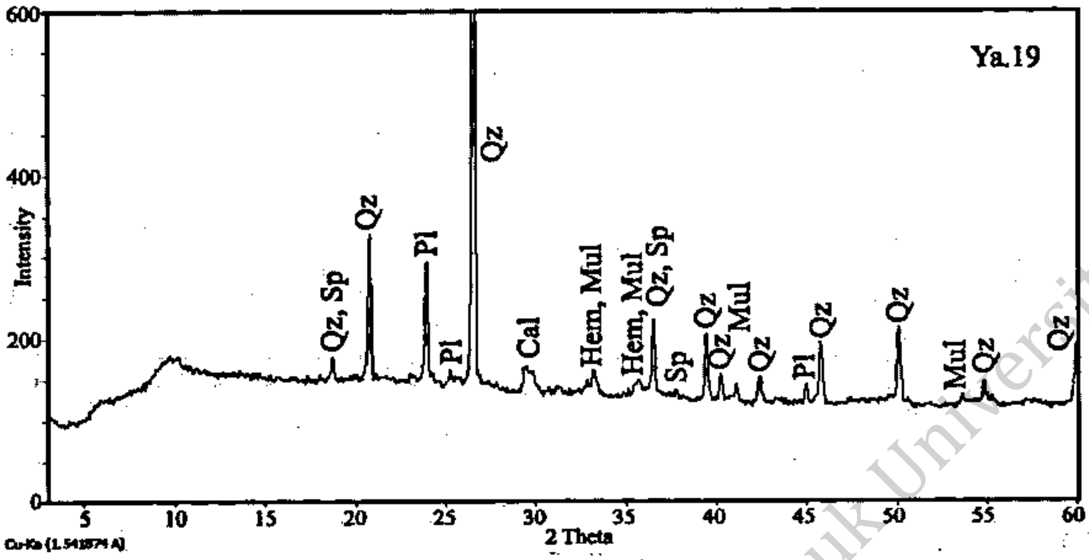


شكل ١٣,٤: يوضح حبيبات طولية من معدن مكرايت كالسايت الثانوي داخل الشقوق وعلى حواف الحبيبات، عينة رقم CPL)Ya.22)

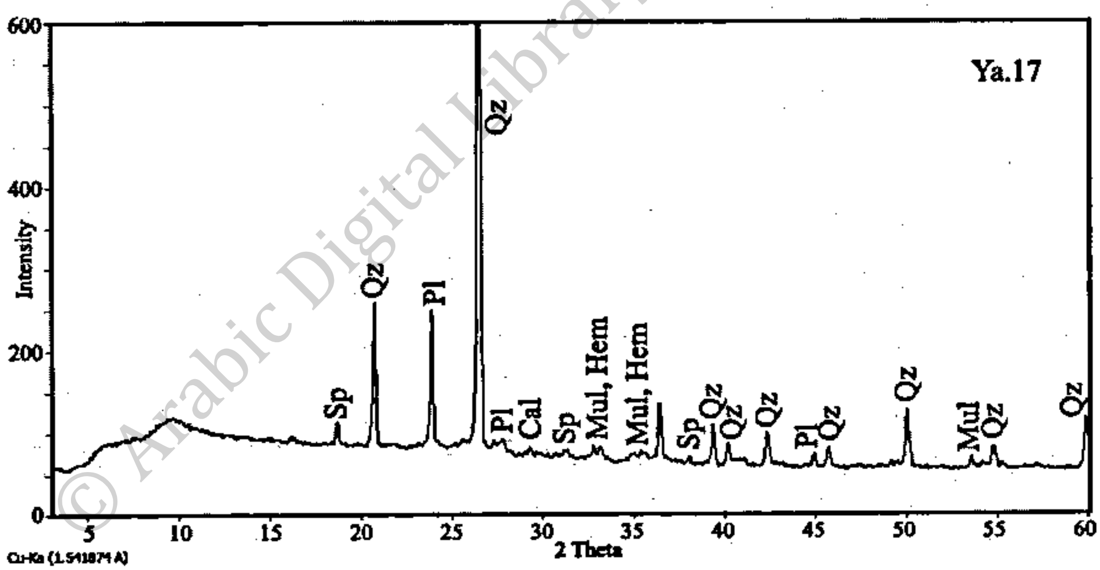


شكل ١٤،٤: توضح حبيبات إبرية من معدن الملاليت المتشكل على سطح حبيبات الكوارتز، عينة رقم Ya.22 (CPL).

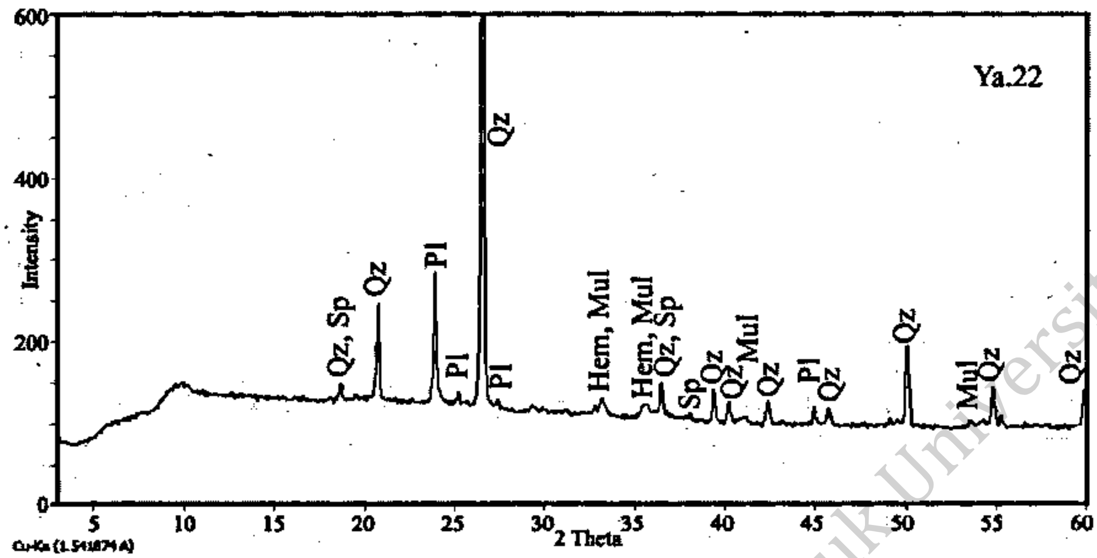
وهذا ما أكدته نتائج تحليل XRD لعينات هذه المجموعة التي بينت التشابه الكبير في المحتوى المعدني مع المجموعتين السابقتين. جاء الكوارتز ليمثل المعدن الرئيسي، وتمثلت المعادن الثانوية بمعدني anorthite (plagioclase) و spinel، أما المعادن الشائبة (بنسبة طفيفة) تمثلت بكل من hematite وmullite (شكل ١٥،٤) العينة Ya.19. ومن المُلاحظ أن نسبة المعادن الثانوية والشائبة أعلى منها في المجموعات السابقة، مما يدل على درجة حرق أعلى أو فترة حرق أطول حتى تطورت وتشكلت. مع وجود نسبة من الكالسايت الثانوي تتمثل ظهورها في Ya.17, (Ya.19, Ya.20) (شكل١٦،٤) العينة Ya.17 كما في المجموعة الثانية ولكن بشكل أكبر وتختلف بظهور حبيبات الملاليت بشكل واضح في العينة رقم (Ya.22) (شكل١٧،٤) العينة Ya.22 مع ظهورها في عينات أخرى ولكن بأطوار مبكرة له.



شكل ١٥,٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينـة الفخار، عينـة رقم Ya.19. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل، Cal: كالسايت، Mul: ملايت، Hem: هيماتايت.



شكل ١٦,٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.17. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل، Cal: كالسايت، Mul: ملايت، Hem: هيماتايت.



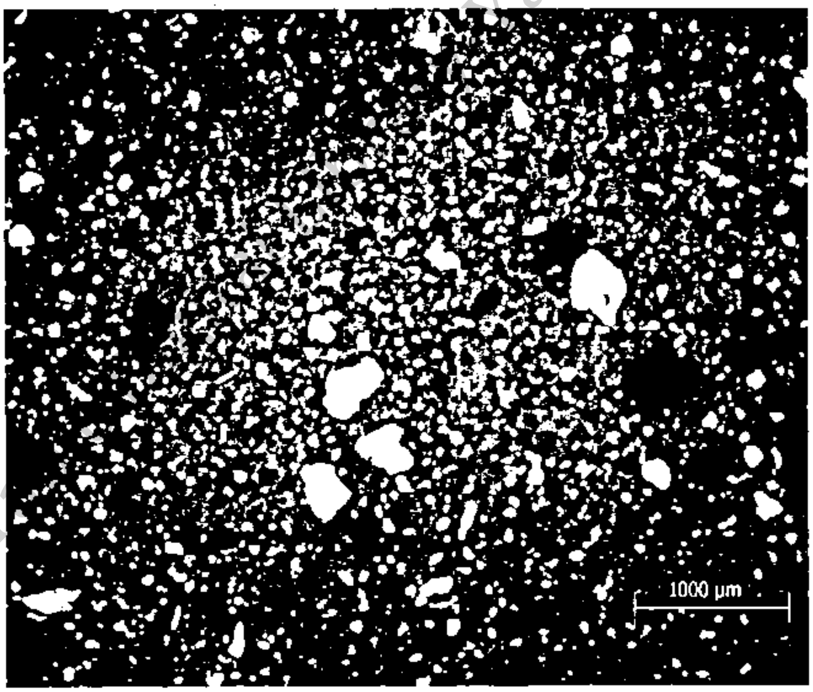
شكل ١٧،٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.22. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل، Mul: مللايت، Hem: هيماتايت.

وأكدت نتائج التحليل الكيميائي للمواد الأولية لعجينة الفخار التي تنتمي لهذه المجموعة تشابهاً مع المجموعتين السابقتين عموماً، مع وجود بعض الإختلافات الطفيفة، فتميزت هذه العجينة بإحتوائها على كمية متدنية من الجير (معدل= ١،٣٣%)، كما وجدت الألومينا بكمية منخفضة عن كميتها في المجموعتين السابقتين وبمعدل ٨،٧٨%، في حين أظهرت النتائج تدني كمية القلويات (Na_2O+ K_2O) وبمعدل ١،٨%، أما كمية السيليكا فكانت بكميات عالية وبمعدل ٨٣،٣٢%، ونلاحظ وجود تشابه واضح من حيث إرتفاع كمية أكسيد الحديد (معدل= ٤،٩٧%) مع المجموعة الثانية، وربما نستطيع أن نصنف محتوى العجينة لهذه المجموعة بأنها حديدية بشكل منخفض جدول ٣،٤، الا أن هذا لا يكشف عن وجود فوارق وإختلافات كبيرة لمحتويات العجينة للمجموعات المدروسة من حيث المحتوى.

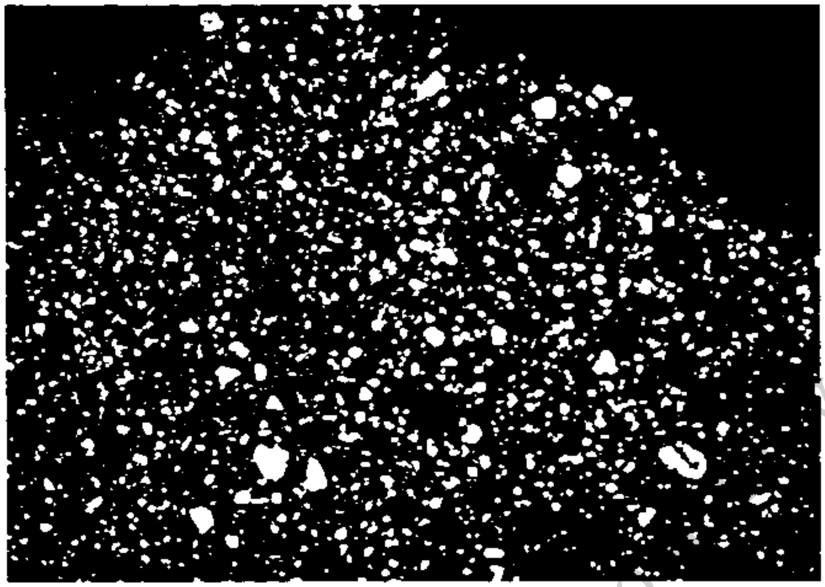
وكما يبين جدول ٤. ١ فان عينات المجموعة الرابعة (الفخار المزجج ذو اللون الأصفر) أظهرت تفاوت بسيط من حيث لون العجينة، حيث تدرجت ما بين البني عموماً إلى البني (الفاتح و المائل إلى الرمادي) في حالة PPL، في حين ظهرت بلون بني (فاتح، محمر) ورمادي مخضر تحديداً في عينة Ya.25 في حالة (CPL).

تميزت جميع العينات بنسيج ناعم عموماً وبمستوى تزجيج عالي، وإتسمت كذلك بحجم حبيبات ذو نمط ثنائي غير المتجانس من الحبيبات الناعمة إلى الخشنة (شكل ١٨،٤)، عدا العينة

(Ya.27) التي كانت تميزت بنمط أحادي الحجم من الحبيبات الناعمة عموماً إلى المتوسطة (شكل ١٩,٤). إحتوت عينات المجموعة على نسبة عالية من المواد غير الطينية تتراوح ما بين ٤٥-٥٠%، حيث شكل الكوارتز المعدن الرئيسي وبنسبة تراوحت ما بين ٣٥-٤٥%، وقد تراوحت حبيباته ما بين الناعمة إلى الخشنة من حيث الحجم، وبشكل شبه دائري إلى مزواه، كما جاءت مكسره في بعض العينات (شكل ٢٠,٤) ويميزها ظاهرة الإنقراض المتموج. ويستثنى من ذلك عينة Ya.27 التي ظهرت حبيبات الكوارتز فيها ما بين الناعمة إلى متوسطة الخشونة. كما تواجدت حبيبات من المكرايت كالسايت بنسب قليلة في بعض العينات (Ya.24, Ya.25,Ya.29, Ya.30) تراوحت ما بين (٥-١٠%) وهي أعلى منها في المجموعات السابقة، وبحجم حبيبات تتراوح بين حبيبات ناعمة إلى متوسطة، وبشكل شبه دائري إلى دائري، عدا عينة (Ya.24) التي ظهر فيها الكالسايت بحبيبات ناعمة إلى خشنة (شكل ٢١,٤). بالإضافة إلى ذلك ظهر أكسيد الحديد في جميع عينات المجموعة على شكل صبغات.



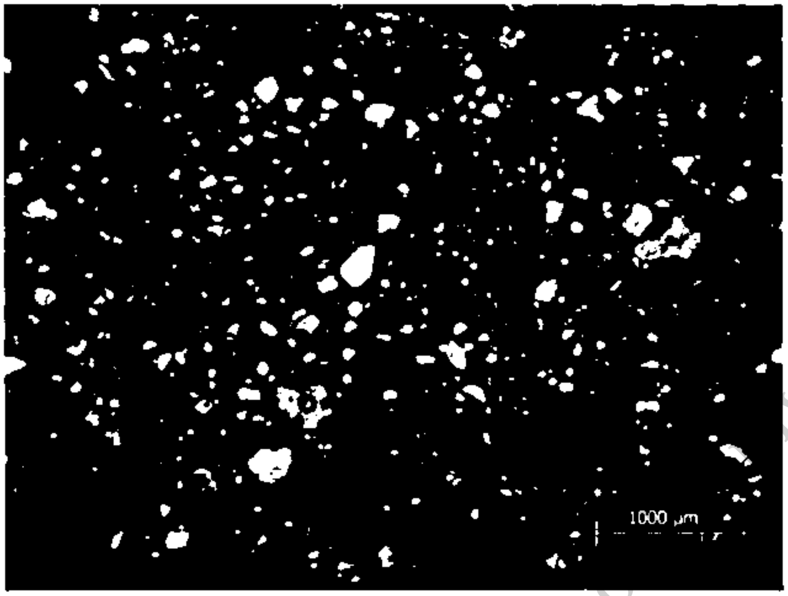
شكل ١٨,٤: توضح حبيبات ناعمة- خشنة من معدن الكوارتز، وبشكل شبه دائري إلى مزواه عينة رقم Ya.25 (CPL).



شكل ١٩,٤: يوضح حبيبات ناعمة عموماً- متوسطة الخشونة من معدن الكوارتز، وبشكل شبه دائري إلى مزواه عينة رقم Ya.27(CPL).

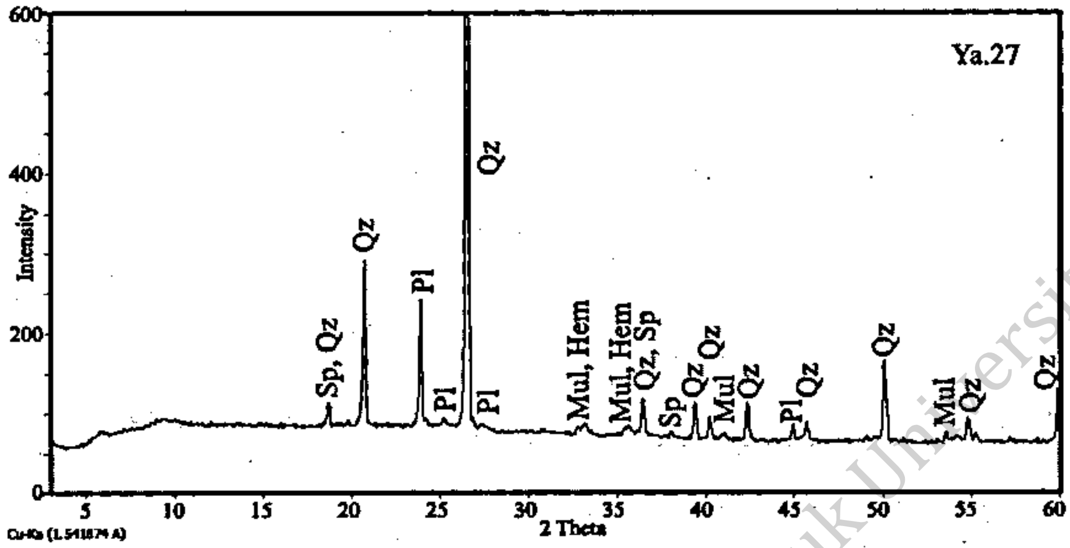


شكل ٢٠,٤: توضح حبيبات الخشنة المكسرة لمعدن الكوارتز، نتيجة الطحن والإجهاد لإضافتها إلى الطينة الفخارية عينة رقم Ya.26(CPL).

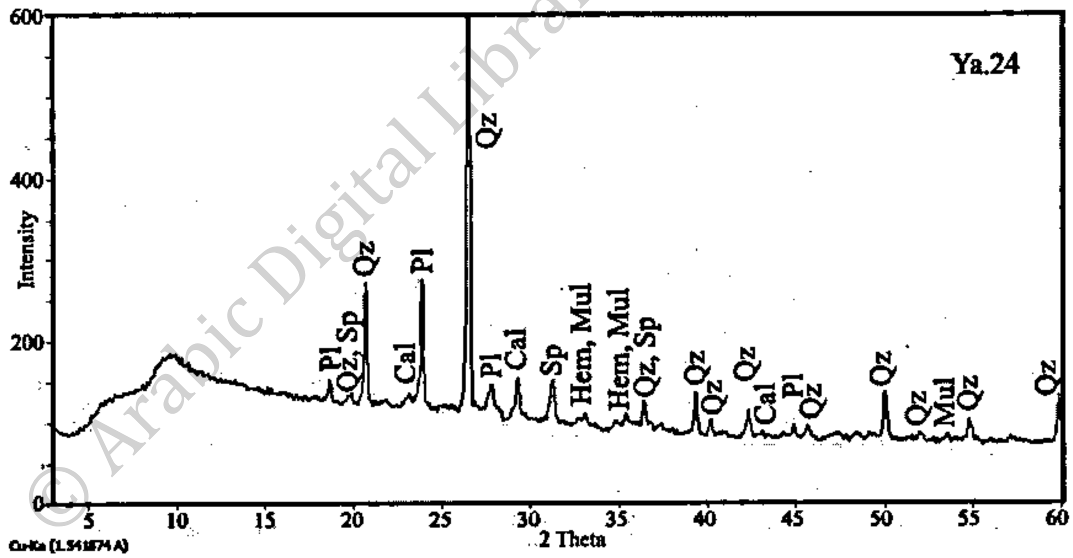


شكل ٢١,٤ : توضح حبيبات ناعمة- خشنة من معدن المكرايت كالسايت، وبشكل دائري إلى شبه دائري عينة رقم Ya. 24 (CPL).

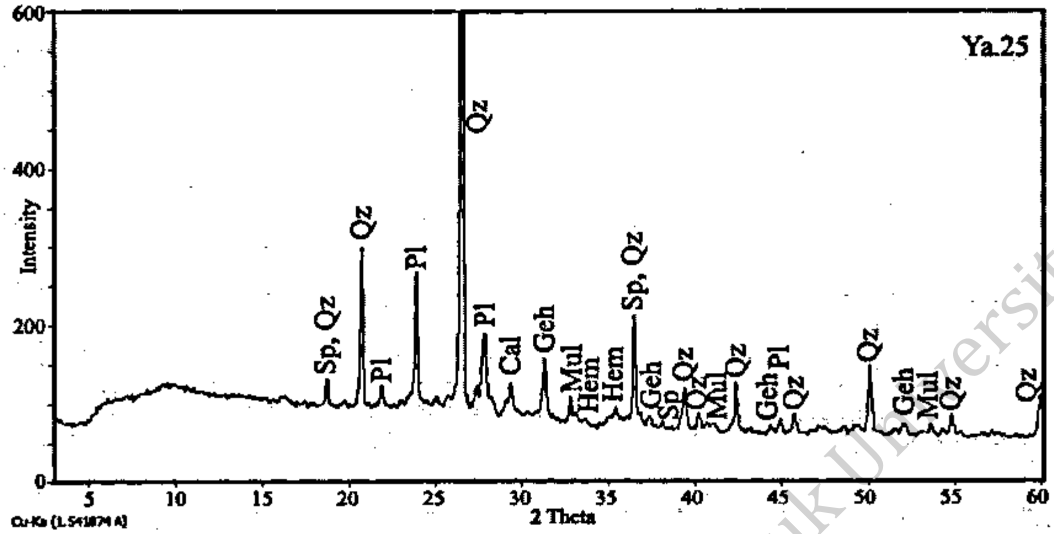
أكدت نتائج تحليل XRD للمجموعة الرابعة من حيث المواد المكونة للعجينة ما تقدم في الدراسة البتروغرافية، وتشابهت من حيث التكوين مع المجموعات السابقة من حيث وجود المعادن الرئيسية والثانوية والشوائب (شكل٢٢,٤). يلاحظ وجود نسبة أكبر من الكالسايت في هذه المجموعة (شكل ٢٣,٤)؛ ويفسر وجود هذا المعدن بنسبة عالية أما أنه ذو أصل ثانوي جاء من بيئة الدفن أو أن الطين المستخدم في الصناعة إحتوى على نسبة أكبر من الكلس، و ظهور معدن الغلنايت يؤكد وجود الكلس في أصل الطين(شكل ٢٤,٤).



شكل ٢٢,٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.27. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبائل، Mul: مللايت، Hem: هيماتايت.



شكل ٢٣,٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.24. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبائل، Cal: كالسايت، Mul: مللايت، Hem: هيماتايت.



شكل ٢٤,٤: يوضح منحنى تحليل XRD في طينة الفخار، عينة رقم Ya.25. Qz: كوارتز، Pl: بلاجيوكليز، Sp: سبانل، Cal: كالسايت، Geh: غلينايت، Mul: ملايت، Hem: هيماتايت.

وضحت نتائج التحليل الكيميائي لمحتوى العجينة الفخارية التي صنعت منها عينات هذه المجموعة (جدول ٣,٤) وجود إختلافاً في نسبة الجير فيها عن باقي المجموعات وكان بمعدل ٥,١٨%، فإحتوت العجينة الفخارية المنتمية لهذه المجموعة على كمية عالية من السيليكا وبمعدل٧٨,٠٠٥%، وكمية متوسطة من الألومينا بمعدل ١٢,٠٠%، في حين إحتوت على كمية منخفضة من القلويات وبمعدل ١,٨٥%، وأخيراً كمية متدنية من الحديد بمعدل ٢,٥٦%. نلاحظ من خلال ما سبق تقارب واضح في نتائج التحليل الكيميائي لعجينة للفخار المدروس عموماً، مع وجود إختلافين جوهريين: إرتفاع نسبة أكسيد الحديد في عجينة المجموعة الثالثة (ذات التزجيج البني)، وإرتفاع نسبة الجير في عجينة المجموعة الرابعة (ذات التزجيج الأصفر).

من خلال النتائج السابقة يمكن الإستدلال على أن العجينة الفخارية لجسم الأواني المدروسة متجانسة إلى حد ما في جميع العينات، ويتضح ذلك التجانس من خلال أنواع ونسب المواد الأولية، وأحجام وأشكال حبيبات المواد غير الطينية. إن المواد الأولية التي صنعت منها جسم الأواني الفخارية هي طين غير كلسي (بإستثناء المجموعة الرابعة) أضيف إليه معدن الكواتز (المكون الرئيسي) على شكل حجر رملي بسبب وجود نسبة من معادن الفلدسبار فية (جدول ٤.

٢). ومما يدل على إضافة الكوارتز إلى العجينة وجود بعض التشققات في حبيباته بالإضافة إلى وجود ظاهرة الإنقراض المتموج (Wavy extinction) في بعضها والتي تميزت بحجم خشن وبشكل مزواه إلى شبه مزاوه بسبب تعرض المادة الخام للطحن أثناء التحضير (Rice, 1987: 36 and Maggetti, 1982). وفي مجموعة أخرى من العينات من الواضح بأنه تم إختيار طين يحتوي على نسبة عالية من الرمل أساساً، حيث تميزت حبيبات الكوارتز بشكل دائري أو شبه دائري وبحجم ناعم وقليل بسبب تعرضها لعملية النقل من أماكن تكوينها إلى أماكن ترسيبها وهذا النوع يدل على وجوده بشكل طبيعي في العجينة (Klein et al., 2004). مما سبق يمكن القول بأن الكوارتز الموجود في العينات كان خليط ما بين وجوده بشكل طبيعي والمضاف بشكل مقصود إلى المادة الخام. حيث أن وجود الكوارتز كمادة خشنة في الفخار يدل غالباً على إضافته بشكل مقصود؛ فوجوده يساعد في منع بعض العيوب التي ربما تواجه الصانع أثناء عملية الصناعة والتشكيل، كالحد والتخفيف من عملية الإنكماش التي تحدث للطينة الفخارية أثناء عملية الحرق، فيساهم في تقليل تأثير درجة الحرارة على المنتج، كما يزيد من قوة وصلابة الجسم الفخاري وتحد من خاصية اللدونة في الطينة (Shepard, 1985: 19)، وبشكل عام فإن وجود كمادة مضافة يساعد في تحديد بعض الخصائص الهيكلية في بنية الطينة مثل (المسامية، القوة، الإنكماش، التصدع) (Rice, 1987: 95-96). يبدو أن الخزاف الأيوبي/المملوكي كان مدركاً منذ البداية إلى صناعة جسم غني بالسليكا (الرمل) ليوافق ويلائم مادة التزجيج (حيث ان الرمل هو المكون الأساسي) من حيث معامل التمدد الحراري تحديداً وهذا يدل على خبرة وتقنية عالية في أسرار هذه الصناعة. إن منطقة يعمون تخلو من وجود الحجر الرملي وكذلك أيضاً من الطين غير الكلسي، حيث أن الصخور المتكشفة في منطقة الدراسة هي تداخل وتعاقب من الصخور الجيرية، الطباشيرية، والمارل (Abdelhamid, 1995: 7-23). بالإضافة إلى ذلك ظهرت أكثر من ثلث العينات بحبيبات ذات حجم ثنائي النمط للمواد غير الطينية ؛ وتفسروجود المواد الخشنة في هذه الحالة على أنها أضيفت بشكل مقصود من قبل الصانع (Rice, 1987: 72) وبهذا تكون عينات هذه الدراسة مستوردة غير محلية.

وتظهر حبيبات المواد المضافة بشكل موازي لسطح العينة ربما كان ذلك نتيجة لحركة الدولاب أثناء صناعة الفخار، وهذا يؤكد نتائج الفحص من خلال العين المجردة بملاحظة الخطوط المتوازية والمنتظمة على السطح الخارجي للكسر الفخارية المدروسة الناتجة من عملية الدوران، وبذلك نستطيع القول أن الصانع قد إستخدم الدولاب السريع في عملية صناعة الأواني الفخارية (Shepard, 1985: 54) كما يظهر ذلك واضحاً في العينات المدروسة.

أما الكالسايت فظهر بنسب قليلة إقتصر وجوده في بعض العينات وكان من نوع الكالسايت الثانوي (Secondary Calcite) الذي تشكل بعد عملية الدفن للقطع الفخارية بفعل المحاليل المشبعة بكربونات الكالسيوم، والتي تميزت فيها تربة يعمون ومناطق شمال الاردن عموماً، وقد ظهر مترسباً داخل المسامات والشقوق في الفخار المدروس. إن هذا النوع من الكالسايت يأخذ شكل الفراغات التي يترسب فيها وغالباً ما يتواجد على سطح العينة حيث لا يتم له الدخول بشكل كامل في القطعة الفخارية وهذا ما يفسر وجوده في بعض العينات (Maritan et al., 2009; Schwedt et al., 2006; Eramo et al., 2004; Mirti and Davit, 2004; Sondi and Slovene, 2003).

أما عن ظهور ما يعرف بالمعادن السليكاتية-الألومينية التي تظهر على درجات حرارة عالية كالمعادن الثانوية: ((Spinel, Anorthite (plagioclase)) و معدن Mullite الذي ظهر على شكل شوائب في العينات فسيتم الحديث عنها عند الحديث عن تقنية الصناعة للأدوات الفخارية لاحقاً. وبالنسبة إلى وجود أكسيد الحديد (الهيماتايت) الذي ظهر على شكل صبغة في كافة العينات المدروسة فهو المسؤول عن إعطاء اللون البني المائل إلى الاحمر للعجينة الفخارية المدروسة والذي يشير إلى الحرق في بيئة مؤكسدة عموماً (Scian et al., 2006)، وهذا يوافق ما تم الحديث عنة في بداية هذا الفصل.

من خلال نتائج التحليل الكيميائي لمحتوى عجينة الفخار التي تعود للفترة الأيوبية/المملوكية نستطيع القول أن محتوى العجينة جاء متقارب ومتشابه إلى حد كبير من حيث نسب المواد الأولية كما دلت تلك النتائج السابقة على تجانس الطينة الفخارية التي صنعت منها العينات المدروسة فكانت من طين غيركلسي غير حديدي عموماً، بإستثناء المجموعة الرابعة التي صنعت من عجينة كلسية وغير حديدية والمجموعة الثالثة التي صنعت من عجينة غير كلسية وحديدية، ويشير ذلك إلى مدى التقدم الذي وصل إلية الخزاف المسلم من حيث إختيار نوع الطين وكمية المواد الأولية ومحتوى وطبيعة هذه الطينة لما يتناسب مع ظروف الحرق، الصناعة، ونوع الطلاء التزجيج ولونه بالأخص، وسهولة تطبيقه. ففي المجموعة الثالثة إختار الصانع طيناً ذو أصل حديدي لإنتاج آنية فخارية بلون بني لأنه كان يعلم بأنها ستزجج بطبقة ذو لون بني كذلك، وعندما أراد صناعة أواني مزججة بلون أصفر إختار طيناً كلسياً لإعداد أواني فخارية بألوان فاتحة.

٤. ٣ طبقة التزجيج: تصنيفها والمواد الخام المكونة لها

١,٣,٤ تصنيف طبقة التزجيج

إن عملية تصنيف طبقة التزجيج عملية ليست سهلة وذلك لوجود صعوبة في مناقشة وتفسير نتائج التحليل الكيميائي لطبقة أو طلاء التزجيج. تجدر الإشارة هنا بأنه لا يوجد صيغة أو معايير كيميائية دقيقة وضعت لوصف وتصنيف طبقة التزجيج وذلك بسبب تنوع وتعدد المواد العضوية وغير العضوية التي إستخدمت في الغالب لإنتاجها. بالرغم مما سبق الا أنه تم وضع العديد من الطرق والأساليب التي نتمكن بواسطتها وصف طبقة أو طلاء التزجيج، حيث صنفت بناءاً على عدد من المعايير المختلفة: درجة حرارة النضج لطلاء التزجيج التي تتناسب مع طبيعة تركيبه، الفحص البصري وذلك بملاحظة المؤثرات البصرية التي تنتجها، نوع الجسم الفخاري التي يطبق عليها من حيث التناسب حرارياً معها، نوع التأثير الفيزيائي للناتج بعد النضج مثل: تزجيج شفاف، معتم، أو ملمسياً أو تبعاً للصفة اللونية، وأخيراً، وفقاً للمعدلات الرئيسية - Principl modifier or flux المضافة لخلطة التزجيج (Al-Saad, 2002؛ البدري، ٢٠٠٢: ٧٢-٧٣؛ Rice, 1987؛ Hodges, 1975). الا أن التصنيف الشائع الإستخدام لتصنيف طبقة التزجيج هو تبعاً للمعدلات الرئيسية، حيث تزودنا بقدر من المعلومات التي تتعلق بطلاء التزجيج؛ ولهذا السبب تم إختياره كقاعدة أو أساس لتصنيف طبقة التزجيج المطبقة على عينات هذه الدراسة.

حيث يبين جدول ٤. ٤ أن المعدل الرئيسي الذي أضيف إلى طبقة التزجيج هو اكسيد الرصاص (PbO)، ووفقاً للمعدلات الرئيسية الخاصة بطبقة التزجيج لعينات الدراسة تبين أن التزجيج المطبق هو من نوع التزجيج الرصاصي، ونلاحظ أن نسبة اكسيد الرصاص (المعدل الرئيسي) مختلفة نوعاً ما في العينات المدروسة تترواح ما بين (٦١,٥٣- ٢٦,٨٤%) وبناءاً على المعدل الرئيسي تم تصنيف العينات المدروسة في مجموعات فرعية التي تمكننا من فهم أفضل من الناحية الكيميائية لها وطبيعتها. حيث يمكن تصنيف طبقة التزجيج إلى تزجيج عالي أو مرتفع الرصاص، يترواح نسبة اكسيد الرصاص فيه ما بين (٦١,٥٣-٤٠,٢٣%) ويشمل جميع عينات الدراسة بإستثناء عينتين هما: Ya.13 بنسبة اكسيد الرصاص (٢٦,٨٤%)، وYa.17 بنسبة (٢٧,٧٨%) والتي يمكن إدراجهما تحت تصنيف تزجيج متوسط الرصاص.

١,١,٣,٤ طلاء التزجيج عالي الرصاص

تم إنتاج جميع عينات الدراسة من هذا النوع من التزجيج التي تراوحت ألوانها ما بين الأخضر الداكن، الأخضر الفاتح، البني والبني المصفر(المزخرف باللون الأصفر)، وأخيراً الأصفر وقد بلغ عددها ٢٦ عينة كما هو موضح في جدول ٤,٤، بإستخدام اكسيد الرصاص (PbO) العالي نسبياً وبلغ متوسط محتواه (٥٠,١٣%) الذي تم إضافته كمعدل رئيسي إلى المشكل الأساسي وهو السيليكا (SiO_2) والذي بلغ معدل كميته (٣٨,٦٣%). كما واحتوت طبقة التزجيج على كمية قليلة من القلويات (alkalis) التي كانت بمعدل محتوى ($Na_2O+K_2O=0.92\%$) تقريباً، وكمية قليلة من القلويات الأرضية (alkali earths) كذلك فكان معدل كميتها ($CaO+MgO=0.96\%$)، في حين نلاحظ وجود كمية مرتفعة إلى متوسطة نسبياً من الألومينا (Al_2O_3) بمعدل (٥,٦٩%). أما العينتين (Ya.13، Ya.17) فتنتميان إلى مجموعة التزجيج متوسط الرصاص، والتي تتميز بلون أخضر فاتح، البني والبني المصفر وبمعدل من اكسيد الرصاص يصل إلى (٢٧,٣١%) كما هو مبين في جدول ٤. ٤، في حين وجدت السيليكا بمعدل (٦١,١٨%) اما كمية القلويات فكانت قليلة وبمعدل ($Na_2O+K_2O=1.16\%$) ، وقد بلغ معدل محتوى القلويات الأرضية ($CaO+MgO=0.61\%$) وتعتبر نسبة قليلة أيضاً، كما لوحظ وجود نسبة عالية من الألومينا فكانت بمعدل محتوى يساوي (٦,٧٨%).

جدول ٤. ٤: نتائج التحليل الكيميائي لطبقة التزجيج. جميع الأكاسيد بالنسبة المئوية %، تم التحليل بإستخدام جهاز ICP-OES.

رقم العينة	SiO_2	PbO	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	CuO	Fe_2O_3	NiO	ZnO	MnO	CoO	Cr_2O_3
Ya.1	48.85	41.86	3.64	0.32	0.07	1.06	0.03	3.55	0.60	0	0	0.01	0.01	0
Ya.2	36.14	52.21	4.70	1.01	0.11	0.73	0.04	3.81	1.17	0	0.01	0	0.07	0
Ya.3	43.67	44.30	5.35	0.80	0.14	1.13	0.04	3.55	0.89	0	0	0.01	0.12	0
Ya.4	46.99	42.17	5.68	0.72	0.11	1.15	0.06	3.08	0.86	0	0	0.01	0.03	0
Ya.5	34.55	53.52	5.46	0.44	0.03	1.11	0.02	3.60	1.20	0.02	0	0	0.05	0
Ya.6	44.93	42.46	6.49	0.72	0.17	1.03	0.04	3.16	0.91	0	0	0.01	0.08	0
Ya.7	29.46	59.31	4.30	1.35	0.11	0.73	0.03	3.82	0.85	0	0.03	0	0.01	0
Ya.8	32.21	59.69	3.55	0.71	0.03	0.65	0.04	2.06	0.74	0.09	0.02	0.01	0.05	0.15
Ya.9	26.01	61.53	4.43	1.91	0.19	0.57	0.07	3.77	1.20	0.10	0.03	0.02	0.04	0.13
Ya.10	4069	47.67	5.93	0.47	0	1.01	0.04	2.01	1.67	0.15	0	0.01	0.03	0.32
Ya.11	34.51	49.49	7.64	0.78	0.11	1.13	0.05	2.77	2.75	0.25	0.02	0.02	0.09	0.39
Ya.12	42.74	45.86	5.15	1.08	0.06	0.91	0	2.73	1.11	0.11	0	0.01	0.01	0.23
Ya.14	30.97	56.16	7.04	1.31	0.19	0.69	0.02	1.76	1.70	0.03	0.02	0.01	0.04	0.06
Ya.15	39.33	44.11	7.91	1.19	0.07	1.76	0.05	3.56	1.69	0.09	0.01	0.01	0.08	0.14

Ya.16	45.63	45.04	5.28	0.48	0.02	0.70	0.01	0.08	2.46	0.08	0.01	0.01	0.07	0.13
Ya.18	43.92	41.78	7.13	0.76	0.13	0.78	0.08	0.21	4.65	0.13	0.01	0.03	0.14	0.25
Ya.19	45.74	45.91	4.28	0.45	0.03	0.85	0.01	1.39	2.17	0	0.01	0.06	0.10	0
Ya.20	42.11	53.37	2.09	0.24	0	0.65	0.03	0.05	1.24	0	0.11	0.02	0.09	0
Ya.21	29.33	60.67	5.08	0.66	0.08	0.68	0.03	0.19	3.20	0	0	0.02	0.06	0
Ya.22	30.74	61.43	4.25	0.26	0.02	0.66	0.03	0.26	2.20	0	0	0.04	0.11	0
Ya.23	48.30	40.23	6.25	0.47	0.07	0.90	0.05	0.23	3.28	0	0.10	0.03	0.09	0
Ya.24	40.64	48.77	6.00	1.53	0.17	0.77	0.05	0.92	1.00	0	0.04	0.02	0.09	0
Ya.25	33.96	55.60	7.13	0.90	0.08	0.55	0.04	0.17	1.38	0	0.10	0.01	0.08	0
Ya.26	37.50	51.59	5.50	1.99	0.12	0.81	0.05	0.08	2.30	0	0	0	0.06	0
Ya.29	35.07	52.14	9.05	0.71	0.19	0.93	0.06	0.61	1.17	0	0	0	0.07	0
Ya.30	40.51	46.54	8.52	1.12	0.24	0.87	0.06	0.70	1.40	0	0	0	0.03	0.01
Average	**38.63**	**50.13**	**5.69**	**0.86**	**0.10**	**0.880**	**0.04**	**1.85**	**1.68**	**--**	**--**	**--**	**--**	**--**
Ya.13	61.30	26.84	6.86	0.40	0.11	1.15	0.13	2.05	1.01	0.03	0	0.01	0.04	0.07
Ya.17	61.05	27.78	6.69	0.70	0.01	1.01	0.03	0.10	2.04	0.12	0	0.03	0.18	0.26

٤. ٣. ٢ المواد الأولية لطبقة التزجيج

إعتماداً على التركيب الكيميائي والمكونات الرئيسية التي إستخدمت لإنتاج طبقة التزجيج يبدو أنه إستخدم اكسيد الرصاص (Litharge- (PbO ، ورمل السيليكا أو الصوان لإنتاج مادة التزجيج عالي الرصاص. وتدل وجود النسب المنخفضة من القلويات والقلويات الأرضية أنها جاءت بشكل غير مقصود مع المادة الخام، علاوةً على ذلك فإن النسبة المرتفعة نسبياً من الألومينا تدل على المصدر الطيني وهذا ما يؤكد أن صانع الفخار إستخدم الحجر الرملي كمادة أساسية وليس الصوان. ومن المحتمل أيضاً أن الصانع أضاف كمية من الطين بشكل مقصود بقصد تحسين مواصفات المنتج من خلال الألومينا، حيث تقلل الألومينا من لزوجة مادة التزجيج كما وتقوي الطبقة الناتجة أثناء الحرق، تمنح الإستقرار للمنصهر، تعززمقاومة الناتج لعوامل الطبيعة والإجهاد، وتعمل كمادة مساعدة لخفض صهر السيليكا، بالإضافة إلى منع التصدع من خلال تقليل معامل التمدد الحراري (البدري، ٢٠٠٢: ٨٠؛ Al-Saad, 2002).

لإنتاج طلاء التزجيج متوسط الرصاص عادة ما يستخدم رمل السيليكا أو الصوان والغالينا، عبارة عن صخر طبيعي مزرق له بريق ولمعان أو ما يسمى بكبريتيد الرصاص (PbS)، كما يضاف كميات صغيرة لبعض المكونات مع السيليكا والرصاص مثل: الجير الذي يتم الحصول عليه من الحجر الجيري، والصودا، البوتاس، النطرون (الصوديوم) (-Hodges, 1975: 46 49). أما فيما يتعلق بالعينتين Ya.13 وYa.17 (تزجيج متوسط الرصاص) فيشكلان ما نسبته حوالي (٧%) من مجموع العينات قيد الدراسة، بالإضافة إلى ذلك فإن النسب المتدنية للقلويات عموماً تدل على أن هاتين العينتين لم تنتجان من مواد مختلفة عن مواد التزجيج عالي الرصاص، وإنما يفسر وجود النسبة المتوسطة من الرصاص بأنها من المحتمل جاءت بشكل غير مقصود. وصنع الخزاف الأيوبي/المملوكي مادة التزجيج من مواد أولية قليلة التكلفة، متوافرة في الطبيعة وبالتالي سهلة الوصول إليها والحصول عليها، كما أنها تتصف بمقاومة الكبيرة للظروف الكيميائية والميكانيكية مقارنة مع أنواع التزجيج الأخرى.

إن تطبيق وإستخدام التزجيج عالي الرصاص يعتبر أقل تعقيداً من التزجيج القلوي عموماً، فالأول يعتبر أقل سيولة، وأقل معامل تمدد حراري وبذلك يوافق أكثر جسم الأواني الفخارية (Tite et al., 1998). تتوفر المادة الخام (الرصاص) في العالم الإسلامي مما يعني سهولة الحصول عليه، كما يضيف الرصاص مظهراً لامعاً على سطح الأواني المصنوعة.وهذا يشير إلى أن

الصانع كان مدركاً إلى جميع هذه المزايا، التي جعلت من الفخار المزجج عالي الرصاص منتشراً في العالم الإسلامي.

ولإعطاء اللون لطبقة التزجيج فيستخدم عادةً أكاسيد الفلزات كالنحاس، الحديد، المنغنيز، الكوبلت، الكروم، التيتانيوم وغيرها الكثير (البدري، ٢٠٠٢: ١٧٥-١٨٦). وبالنظر إلى جدول ٤. ٤ يتبين أن المسؤول عن إعطاء اللون الأخضر لعينات المجموعة الأولى والثانية هو اكسيد النحاس، ففي الفخار الممزجج الأخضر الداكن كان معدل كمية اكسيد النحاس (٣,٤٧%)، بينما إنخفضت هذه الكمية إلى معدل حوالي (٢,٦٦%) وهذا يدل على أن الصانع زاد من كمية النحاس المضاف للحصول على اللون الداكن. كما وإستخدم اكسيد الحديد لإعطاء اللون البني لطبقة التزجيج في المجموعة الثالثة (جدول ٤. ٤) حيث كان معدل كميتة فيها حوالي(٢,٦٦%) ، وبإستخدام نفس المادة (اكسيد الحديد) إستطاع الصانع أن يعطي اللون الأصفر إلى طبقة التزجيج في المجموعة الأخيرة وذلك من خلال إضافة كمية أقل وبمعدل (١,٥٧%).

٤,٤ تقنية صناعة الفخار المزجج قيد الدراسة

١,٤,٤ تقنية التزجيج ومدى توافق طبقة التزجيج مع عجينة الفخار

نستطيع تطبيق طلاء التزجيج عالي الرصاص بأكثر من طريقة: بواسطة الفرشاة على سطح الأواني الفخارية بمسحوق أحد مركبات الرصاص (PbO, PbS)، أو تحضير محلول (معلق) من المركب الرصاص المخلوط مع السيلكا ثم يتم وضع طبقة رقيقة (بطانة) على جسم الفخار إما بإستخدام الفرشاة أو الغمس في محلول التزجيج. وأخيراً يمكن تحضير خليط من مركبات الرصاص والسيليكا وحرقها معاً مسبقاً (frit) ثم تطبيقها (Rice, 1987: 100; Tite et al, 1998; Al-Saad, 2002 Rodes,1975: 183).

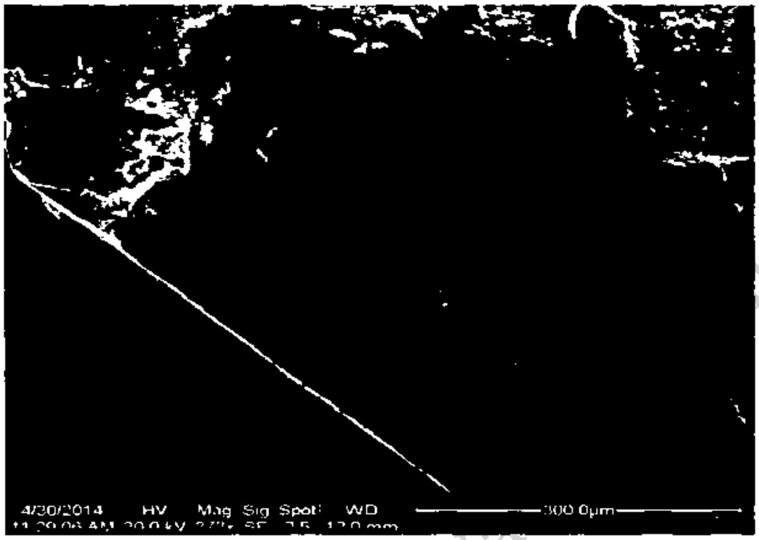
دلت العديد من الدراسات أن حدوث التفاعل ما بين كل من طبقة التزجيج والجسم الفخاري يقدم دليل على طريقة إنتاج وتطبيق عملية التزجيج التي تمت (Tite et. al, 1998; Al-Saad, 2002) ، وتتسم جميع عينات الدراسة بوجود طبقة التزجيج على السطح الداخلي للأواني الفخارية، أما الأسطح الخارجية فيظهر عليها قليلاً من السيلان لمادة التزجيج؛ وذلك لطبيعة تزجيج الأجزاء. وبناءاً على ما تقدم يستثنى أولاً طريقة التغميس في محلول التزجيج، وثانياً يستبعد أن يكون قد إستخدم مسحوق الرصاص الذي يطبق في الغالب على الأنية الفخارية قبل جفافها وبذلك يتم حرقها مرة واحدة مما يؤدي إلى تفاعل شديد بين مادة التزجيج وجسم الأنية الفخارية، وهذا لم يكن في عينات هذه الدراسة حيث أن في هذه الطريقة نجد بعض المركبات مثل

القلويات والكالسيوم والألمنيوم تنتشر وتتوزع إلى السطح وتتفاعل مع طلاء التزجيج، ولكن جدول ٤. ٤ يبين ان نسب القلويات والقلويات الأرضية متدنية جداً في طبقة التزجيج وهذا دليل على عدم وجود تفاعل مع جسم الأنية الفخارية. أما الكمية العالية نسبياً من الألومينا (معدل Al_2O_3= ٥,٦٩%) تكون إما بسبب وجودها في الأصل داخل طلاء التزجيج أو أنه تم إضافتها بقصد من قبل الخزاف الأيوبي/المملوكي لإنتاج طلاء التزجيج المرغوب (Molera et.al,1997 and Tite et.al, 1998). وعلى ما يبدو إستخدمت الفراشاة لطلاء محلول التزجيج على الأواني المحروقة مسبقاً في عينات الدراسة. حيث إن عملية الطلاء بالفرشاة طريقة سهلة وتحتاج إلى كمية قليلة من كمية الطلاء وإستخدمت في حالة طلاء التزجيج متدني الحرارة حيث السيولة الجيدة للطلاء أثناء الحرق، وإختفاء آثار الفراشاة على سطح الأنية، بينما يستخدم الغمس لطلاء القطع الصغيرة، أو المتوسطة والتي تتطلب كمية كبيرة من الطلاء، حيث يتم تغطيس القطعة كلياً داخل الطلاء (نورتن، ١٩٦٥: ٦٤). في حين تتم عملية الطلاء بالصب للقطع المجوفة من الداخل ويتم التزجيج فيها إما بمسكها باليد أو بوضعها على دولاب والصب عليها من أعلى مع التحريك الدولاب لضمان وصول التزجيج إلى كافة اجزاء الجسم، في حين إستخدمت طريقة الرش للقطع الكبيرة، وتساعد هذه الطريقة في الحصول على طلاء متجانس من حيث السمك، وتم إستخدمها قديماً إعتماداً على نفخ الهواء على نفس مبدأ الكور(نورتن، ١٩٦٥: ٤٦٦ البدري، ٢٠٠٢: ١٠٢-١٠٣).

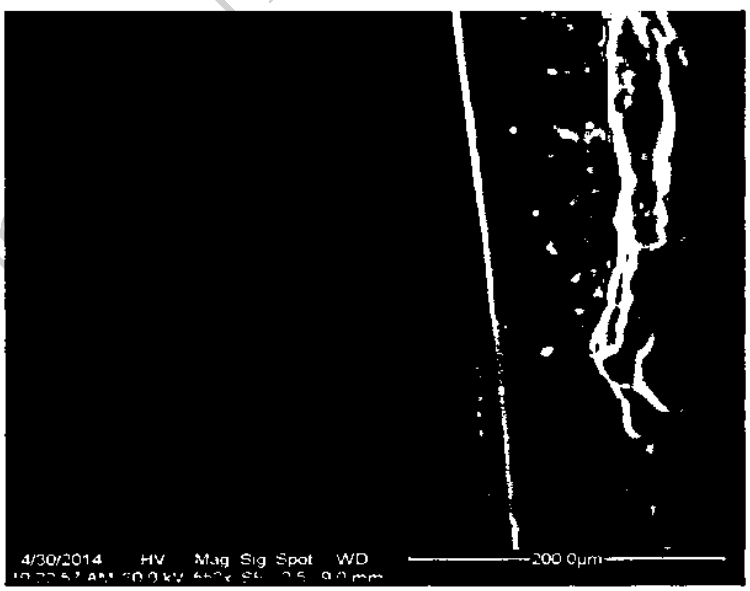
ولتأكيد الفرضية السابقة (تطبيق مادة التزجيج على جسم الأنية الفخارية المحروق مسبقا) تم دراسة نطاق التفاعل ما بين طبقة التزجيج وطينة الجسم بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح (SEM) حيث أمكننا أن نشير إلى مدى التفاعل الحاصل والتداخل ما بين طبقة التزجيج المطبقة وطينة الجسم الفخاري، سواء تمت هذه التقنية بحرق مرة واحدة، او الحرق المزدوج (مرتين)، فقد تم أخذ صور لعينات أختيرت من كل مجموعة وتمثلت بعشرة عينات : المجموعة الأولى (Ya.2,Ya.5) (شكل٢٥,٤) الثانية (Ya.8, Ya.9, Ya.14) (شكل ٢٦,٤)، الثالثة (Ya.17, Ya.19,Ya.23) (شكل ٢٧,٤)، الرابعة (Ya.25, Ya.29) (شكل ٢٨,٤). أظهرت جميع العينات المدروسة وجود حد فاصل واضح وحاد بين طبقة التزجيج وجسم الأنية الفخارية وعدم وجود نطاق تفاعل بينهما مما يؤكد إستخدام الحرق المزدوج في إنتاج هذه العينات.

وقد تم ملاحظة ذلك الحد الفاصل أيضاً من خلال التوافق الذي أظهره الميكرسكوب المستقطب حيث تبين وجود طبقة التزجيج وحدودها مع طينة الجسم الفخاري المزجج لبعض هذه العينات

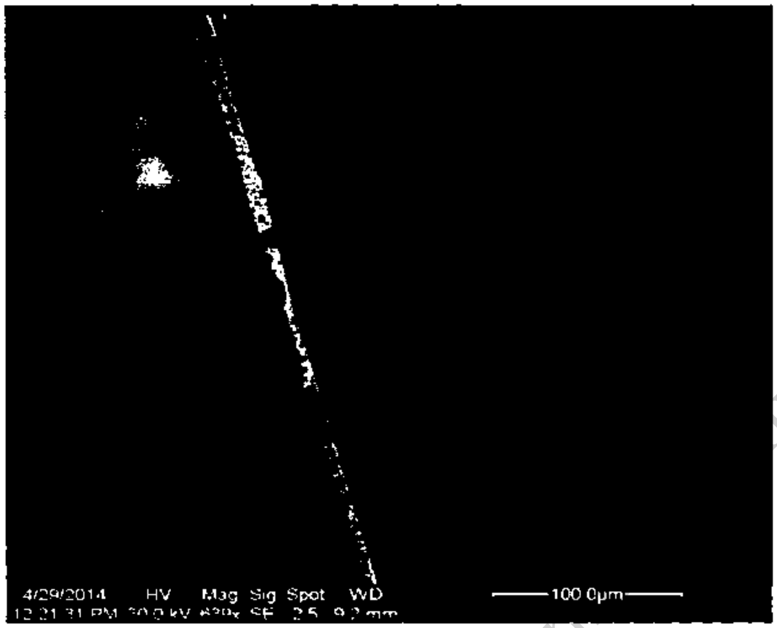
والمتمثلة في عينة رقم (Ya.7) (شكل٢٩،٤) التي تنتمي للمجموعة الثانية المزججة بطلاء تزجيج أخضر فاتح.



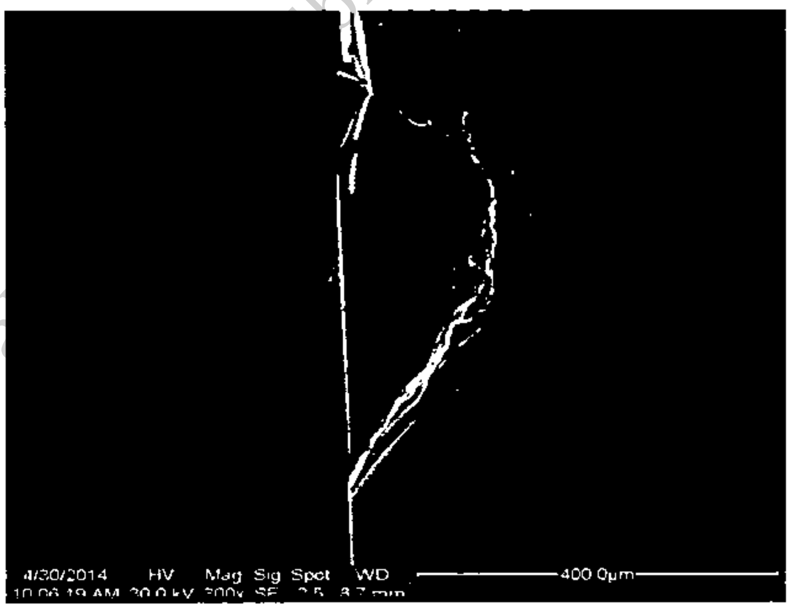
شكل ٢٥،٤: صورة ملخوذه من خلال (SEM) تبين الحد ما بين طلاء التزجيج وطينة الجسم الفخاري المزجج عينة رقم Ya.1، المجموعة الأولى. الخط الأحمر يمثل الحد، الشكل الرباعي يمثل طبقة التزجيج، والشكل الخماسي يمثل الجسم في جميع العينات المصورة.



شكل ٢٦،٤: صورة مأخوذة من خلال (SEM)، نلاحظ عدم وجود تداخل ما بين طلاء التزجيج والجسم، عينة رقم Ya.14. المجموعة الثانية.



شكل ٢٧,٤: صورة مأخوذة من خلال (SEM) تبين الحد ما بين طلاء التزجيج وطينة الجسم الفخاري المزجج. عينة رقم Ya.23، المجموعة الثالثة.



شكل ٢٨,٤: صورة ماخوذه من خلال (SEM)، نلاحظ عدم وجود تداخل ما بين طلاء التزجيج والجسم، عينة رقم Ya.29، المجموعة الرابعة.



شكل ٢٩،٤: صورة مأخوذة تحت الميكرسكوب المستقطب توضح الحد الفاصل بين طلاء التزجيج والجسم، الطبقة العليا هي زجاج الشريحة (لون شفاف)، الوسطى: طبقة التزجيج (لون أخضر فاتح)، والسفلى: عجينة الفخار (لون بيج إلى بني فاتح). عينة رقم Ya.7، المجموعة الثانية، (PPL).

ومما سبق نستنتج أن جميع عينات الدراسة لم يكن فيها تفاعل (تداخل) ما بين كل من طلاء التزجيج وطينة الجسم الفخاري، وهذا يشير إلى عملية الحرق التي تمت لتطبيق طلاء التزجيج حيث كان حرق مزدوج أي أنه تم الحرق لها على مرحلتين ، هذا يعني أن القطع الفخارية تم تجهيزها وحرقها أولاً ثم بعد أن تبرد وتجف يتم تطبيق الطلاء عليها وبالنهاية نقوم بإعادة الحرق لها مرة أخرى، وهذه تكون أفضل من حيث المنتج وصفاته، حيث يكتسب الجسم صلابة ومتانة وإنتاج طلاء أفضل حيث يسهل إختراق طلاء التزجيج وترك مسامية بما في الكفاية وذلك لسهولة تطبيق عملية التزجيج (Rice, 1987:99-100).

كما أن عجينة الجسم الفخاري التي تم تطبيق الطلاء عليها كانت متجانسة إلى حد ما وتقع ضمن مجموعة واحدة، ومتقاربة من حيث نسب الأكاسيد المكونة لها حيث لا نلاحظ وجود فارق كبير بين هذه العينات إعتماداً على ما أظهرته نتائج التحليل الكيميائي للطينة وطبقة التزجيج حيث كانت نسبة السيليكا لكل منهما متوسطة إلى عالية عموماً، ونسبة متدنية لكل من الحديد والجير، بالإضافة إلى ذلك تم تطبيق جميع طلاء التزجيج عالي الرصاص على نفس النوع من الطين غير كلسي غير حديدي، عدا بعض العينات مثل: (Ya.24, Ya.25, Ya.26,Ya.29, Ya.30) التي إتصفت بطينة كلسية غير حديدية وهذا له تأثير من حيث تطبيق طلاء التزجيج ذو اللون

الأصفر حيث أن الطينة الكلسية لا تؤثر على طبقة التزجيج خاصة أن هذا التزجيج كان بلون أصفر الذي يبدي تأثراً في درجته اللونية حسب طبيعة ولون العجينة، في حين إتصفت العينات التالية : (Ya.10, Ya.13, Ya.16, Ya.18,Ya.21)، بطينة غير كلسية حديدية ونلاحظ ان لون التزجيج لهذه المجموعة كان بلون بني والبني المزخرف بلون أصفر، وهنا نرى براعة الصناع في كيفية إختيار نوع الطينة وطبيعة طلاء التزجيج واللون المرغوب في الحصول عليه إضافة على ذلك ينعكس هذا أيضاً على طبيعة وشكل الاواني الفخارية من حيث الوظيفة لها ومكان التزجيج لها حيث إتصفت تلك الأواني بأنها عبارة عن زبادي، جاطات، وأجزاء معينة من الجرار والأباريق، ويظهر مكان التزجيج فيها من الداخل فقط مع وجود السيلان على الشكل الخارجي منها، ربما كان ذلك؛ لمنع ترشيحها للمواد التي توضع فيها وسد الفراغات من الداخل.

كما نلاحظ أن نسبة السيليكا كانت عالية في عجينة الفخار بمعدل (٧٩,٤٥%) وهنا نلاحظ أن هذه النسبة نوعاً ما لها علاقة من حيث التمدد الحراري، حيث ان عملية التمدد والتقلص التي تحدث اثناء عملية الحرق والتبريد تكون متقاربة لكل من طلاء التزجيج والجسم، فطلاء التزجيج له قدرة على التمدد بشكل متناسب مع الجسم في هذه الحالة إضافة إلى إنخفاض معامل التمدد الحراري لكل من طلاء التزجيج الرصاصي والجسم الفخاري، وهذا يعكس ويشير إلى مهارة وبراعة الصانع في إدراكه لهذا الأمر وتفادي العيوب التي قد تنتج من ذلك.

كما وتنعكس مهارته وإتقانه بشكل واضح في عملية إختيار طلاء التزجيج من حيث صفاته الكيميائية وطبيعة المواد المستخدمة فيه ونوع ومكونات الطينة الفخارية، فطلاء التزجيج الرصاص كان شائع الإستخدام، إضافة إلى تميزه بعدة مزايا جعلته ملائماً وكثير الإستخدام نوعاً ما خلال الفترة الأيوبية/المملوكية كسهولة التطبيق، وشيوع وإنتشار خاماته، كما أن إستخدامه يعزز وجود بعض الصفات المرغوبة والحد من العيوب التي قد يتعرض لها طلاء التزجيج أثناء التوتر السطحي المنخفض لخليط طلاء التزجيج الرصاص، حيث ان معامل التمدد الحراري المنخفض لهذا النوع من طلاء التزجيج يجعلة يتناسب مع نوع طينة الجسم الفخار وموادها، التي عادة ما يتم الحرق لها في حدود ١٠٠٠-١١٠٠س°، وهذا يجعله مرغوب في الإستخدام لقلة تعرضه إلى مشاكل التصدع والتشقق التي قد تحدث في محتوى الطلاء بشكل اكبر من الجسم وهذا يؤدي إلى تطور (ظهورها بشكل واضح وزيادتها) شبكة الشقوق السطحية (Hodges, 1975; Rice, 1987; Tite et al, 1998)، والدليل على توفر خاماته وإنتشارها في العالم الإسلامي، فقد تم الكشف عن خامات الرصاص بشكل واسع في إيران مثل طهران، خراسان، أصفهان، أفغانستان، كما وجد أيضاً في (شمال شرق كابول)، غيلان، بيبي جوهر(شمال قندهار)

(Allan, 1979)، كما عثر عليه أيضاً في مصر في الصحراء الشرقية من (وادي عربة، و جبل عطوة، هاميش)، Syina (Wadi Hafad, Zeg- Al-Bahar, Esel, Al Rusas Mountain mines (Afyah, 1988)، علاوةً على ذلك فقد وجدت مميزات اخرى ساعدت على إستخدامه تتمثل في سهولة تحضيره والحصول عليه، حيث أنه يكون تركيب تزجيجي معتمد في درجات حرارة متدنية ومتوسطة، لكنه يبدي تطاير عند الحرارة المرتفعة، ويعمل على توازن تركيب التزجيج، يؤكد القيم اللونية الواسعة للأكاسيد الملونة، يزيد من معامل الإنكسار الضوئي للتزجيج، ويؤكد تألقه في جو الإحتراق المؤكسد، يقلل من معامل التمدد الحراري للتزجيج إذا ما قورن بالقلويات، كما يقلل من لزوجة المنصهر الزجاجي، ويضعف إحتمالية التبلور بشكل عام، يقلل من الشد السطحي لطلاء التزجيج ويزيد من قابلية سيلانه على كامل السطح، ووجوده في التركيب يزيد من الحدود الحرارية لإنتاج ونضج طلاء التزجيج (البدري،٢٠٠٢ : ٨٧-٨٨).

وعلى ما تقدم جميعه فقد، عرف الخزافون في الفترة الأيوبية/المملوكية كيفية التعامل مع المواد المتوفرة في البيئة الطبيعية وكيفية التحكم بها والسيطرة عليها لتجهيزها وإنتاج ما هو مرغوب لظهور أفضل التركيبات التي تناسب حاجاتهم، حيث إختار الخراف المواد المضافة وطبيعة ونوع العجينة الفخارية بحيث يتلائم طلاء التزجيج مع الجسم الفخاري، ويشير ذلك إلى إتقان الصانع ومهارته من أجل الحصول على منتج فخاري يتمتع بالصفات المرغوبة. إضافة إلى ذلك تحكم الخزاف في ظروف الإحتراق وهذا يعطي مؤشراً واضحاً على مدى إدراكه لأهمية التحكم بتلك الظروف لإنتاج هذا النوع من الفخار الذي يحتاج إلى درجات حرارة عالية جداً وبألوان في غاية الروعة والإتقان من حيث الدرجة اللونية لها ولمعانها. كما أن استخدامه ومعرفته لطبيعة طلاء التزجيج المستخدم من حيث التركيب الكيميائي والصفات الحرارية والكميات المضافة من المواد غير الطينية يشير بشكل واضح إلى تميز الخراف المسلم في هذه الفترة ومعرفته الجيدة بنوعية المنتج الفخاري وكيفية الحصول عليه بما يتاسب مع طبيعة إستخدامه ووظيفته.

٢,٤,٤ تقنية الحرق

تشمل دراسة تقنية حرق الفخار الأثري عموماً؛ درجة حرارة حرق الفخار، وبيئة فرن الحرق الذي إستخدم سواء كانت مؤكسدة، مختزلة أو مختلطة. تاتي عملية الحرق بعد مرحلة التجفيف لتكسب الآنية صلابة وتبدأ عملية التبخر للماء تحت تأثير إرتفاع درجة الحرارة، إضافة إلى حصول تغيرات في تركيبات بعض المعادن في المحتوى لتزيد من متانة وصلابة العجينة

وتحدث هذه التغيرات تبعاً لعدد من العوامل مدة الحرق، درجة الحرارة، وظروف الإحتراق (Rice, 1987: 80).

<u>١,٢,٤,٤ درجة حرارة الحرق</u>

تعتمد درجة حرارة الحرق على نوعية الأفران المستخدمة، نوع الوقود، أما ظروف الإحتراق فيتعلق بوجود الغازات في الفرن سواء مؤكسد أم مختزل وتكون هذه العملية أكثر صعوبة عند حدوث الحرق في الهواء الطلق، بسبب تأثير الرياح (Shepard, 1985: 86)، ويمكن من خلال معرفة هذه الظروف الإستدلال على مدى سيطرة وتحكم الخزاف لظروف الحرق داخل الفرن.

تهدف عملية حرق الفخار المزجج إلى إنتاج طلاء تزجيج على جميع سطح الأواني الفخارية، حتى يتم نضوج طبقة التزجيج من أجل إلغاء الثقوب والتشققات، التي تكونت بسبب خروج الغازات من جسم الفخار فتتكون تلك الفقاعات على سطح الجسم (Tite et al, 1998). ولتحقيق ذلك يجب تجنب حدوث تغيرات سريعة جداً في لزوجة الطلاء مع إرتفاع درجة الحرارة، كما يتطلب ذلك أيضاً حدوث نضوج لطبقة التزجيج بمدى واسع من درجات الحرارة، وأفضل طريقة لتحقيق ذلك هو إستخدام جسم فخاري مناسب (من حيث التركيب الكيميائي والصفات الحرارية له)، ليكون الناتج مثالياً يجب ان يحدث ذلك في نطاق درجة حرارة تتراوح ما بين ٩٠٠-١١٠٠س° (Hodges, 1975; Rice, 1987; Tite et al, 1998; Al-Saad, 2002). ولابد من الإشارة إلى أن عملية الحرق التي تتم لإنتاج طلاء التزجيج المطلوب تحدث إما بحرق واحد (single firing) بعد طلاء التزجيج وإنتاجه على طينة الجسم الفخاري غير المحروق، حيث يتم طلاء التزجيج على أنية جاهزة ثم تحرق في الفرن بشكل كاملاً مرة واحدة، في حين يعد الحرق المزدوج الذي يتم على مرحلتين أكثر مثالية لإنتاج طلاء التزجيج؛ الحرق الأول قبل الطلاء وتطبيقه لتشكيل الأنية وتجهيزها ويتم عادة على درجة حرارة تتراوح ما بين ٩٠٠-١٠٠٠س° ويدعى هذا الحرق(biscuit firing)، ثم يترك ليبرد وبعدها يتم تطبيق طلاء التزجيج وإعادة الحرق له مرة اخرى ويدعى هذا الحرق (glost firing) ويمكن ان يتم على نفس درجة حرارة الحرق الأول (Rice, 1987). الحرق المزدوج يتيح إمتصاص الماء من طلاء التزجيج وبالتالي ثباته وإلتصاقه بطينة الجسم الفخار، كما ينتج من حرق البسكويت جسم فخاري أكثر قوة وصلابة ويمكن تطبيق طلاء التزجيج من خلال غمس(التغطيس بشكل كامل في محلول التزجيج) الأنية المحروقة.

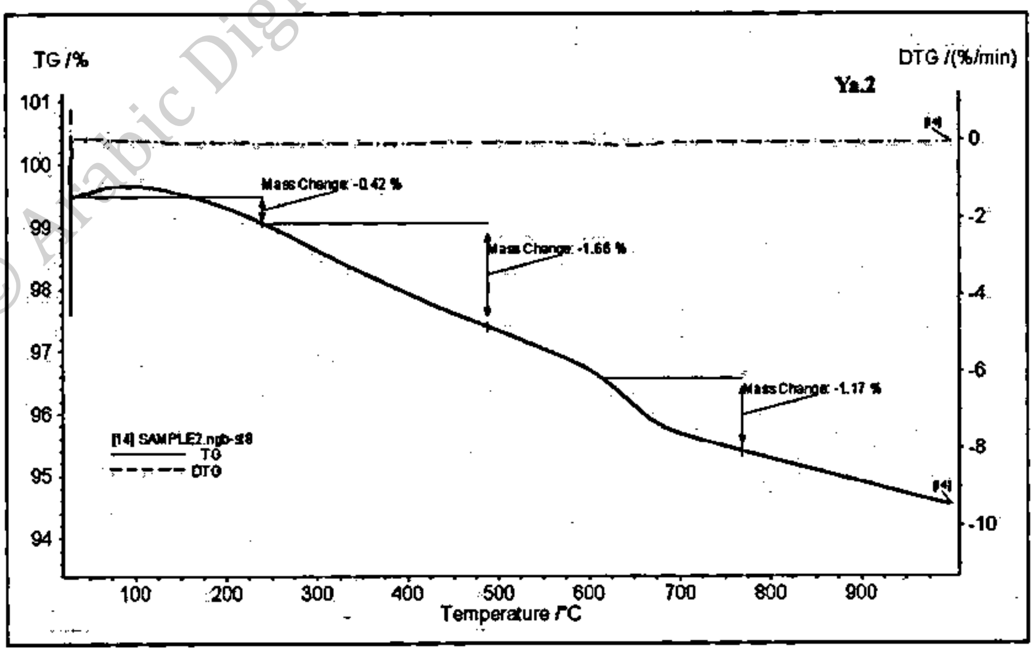
إن تشكل بعض المعادن أثناء حرق الفخارعلى درجات حرارة معينة، أو إختفائها عند درجات حرارة معينة يعطي مؤشر على درجة حرارة الحرق للفخارالتي حرق عليها. حيث أظهرت نتائج تحليل حيود الاشعة السينية أن طينة جسم الفخاري المزجج لجميع عينات الدراسة، كانت متجانسة نوعاً ما والتي أعدت بإستخدام طين غير كلسي يحتوي على كمية عالية من السيليكا (كوارتز)، وتشكلت معادن سيليكات الالومنيوم عند إرتفاع درجة الحرارة مثل الملايت (جدول ٢,٤، والأشكال، ٣,٤، ٩,٤، ١٠,٤، ١٥,٤، ١٧,٤،١٦,٤، ٢٢,٤، ٢٣,٤، ٢٤,٤)، الذي يتشكل في العموم على درجة حرارة تفوق ١٠٥٠ س° .Li et al, 2005; Feng chen et al) 2004; Castelein et al., 2001; Chen et al.,2000; Saruhan et al., 1996; Rice, 1987; Maggetti, 1982; Todor, 1976). وهذا يعطي دليل على أن درجة حرارة حرق الفخار وصلت ١٠٥٠س°.

وتشير نتائج تحليل XRD كذلك إلى ظهور بعض المعادن التي تتشكل أثناء الحرق في الطين غير الكلسي المستخدم في صناعة هذا النوع من الفخار (الأشكال، ٣,٤، ٩,٤، ١٠,٤، ١٥,٤، ١٧,٤،١٦,٤، ٢٢,٤، ٢٣,٤، ٢٤,٤) مثل: ,Ca,Mg – Silicate phases (diopside) Ca-aluminum silicate phases (Anorthite and gehlenite), Mg,Fe-Alumina spinel. مما يدل على حرقه على درجة حرارة بين ١٠٥٠ – ٨٥٠ س° ,.Cul Trone et al) 2014; Traore et al., 2003; Karamanov et al., 2003; Tite et al., 1990). ونشير هنا ان معدن الغلنايت قد ظهر في نتائج XRD لعينات المجموعة الرابعة فقط، والتي صنعت من طين كلسي. يتشكل هذا المعدن عموماً على درجة حرارة ما بين ٩٥٠-٨٥٠ س° ويبدأ بالتفكك تقريبا على درجة ١١٠٠ س° (;Maggetti et al., 1991; Maggetti, 1982 Brownell, 1976)، وهذا يدل على أن فخار هذه المجموعة حرق على درجات حرارة مشابه لباقي عينات الدراسة والتي تعدت ١٠٠٠س°.

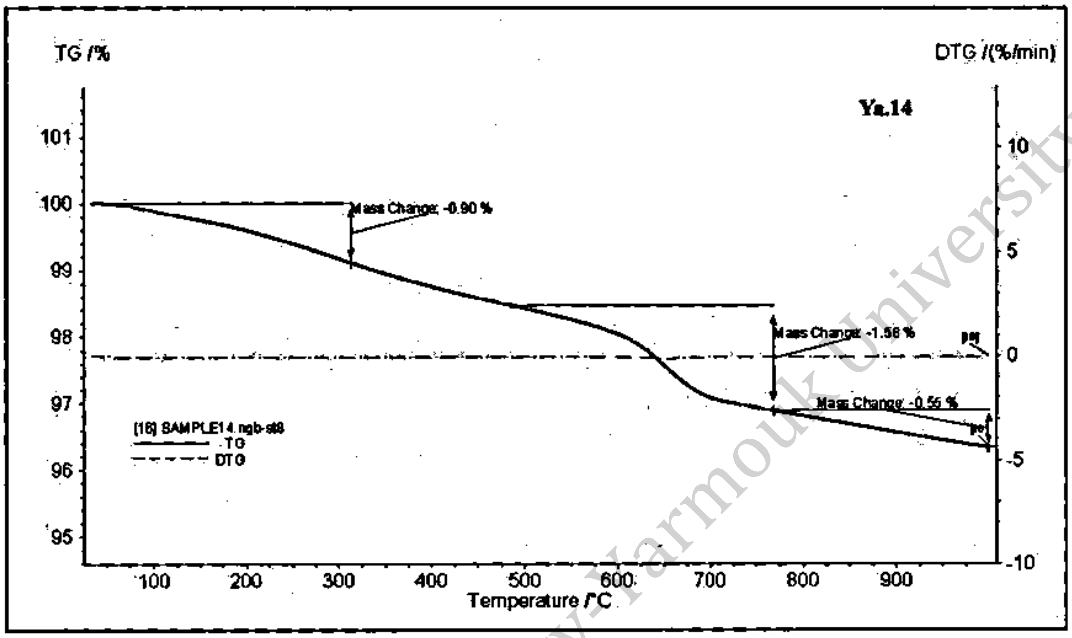
بينت نتائج تقنية (TGA) التي تم حرق مجموعة من العينات الممثلة والمختارة فيها إلى درجة حرارة ١٠٠٠س° حيث نلاحظ أن الفقدان في وزن العينات المحروقة كان في ثلاث مراحل وبشكل طفيف (جدول٥,٤ والأشكال ٣٠,٤، ٣١,٤، ٣٢,٤، ٣٣,٤).

جدول ٤،٥: يبين نتائج تحليل TGA لعدد من العينات الفخارية والتغيرات في الوزن مع إرتفاع درجات الحرارة.

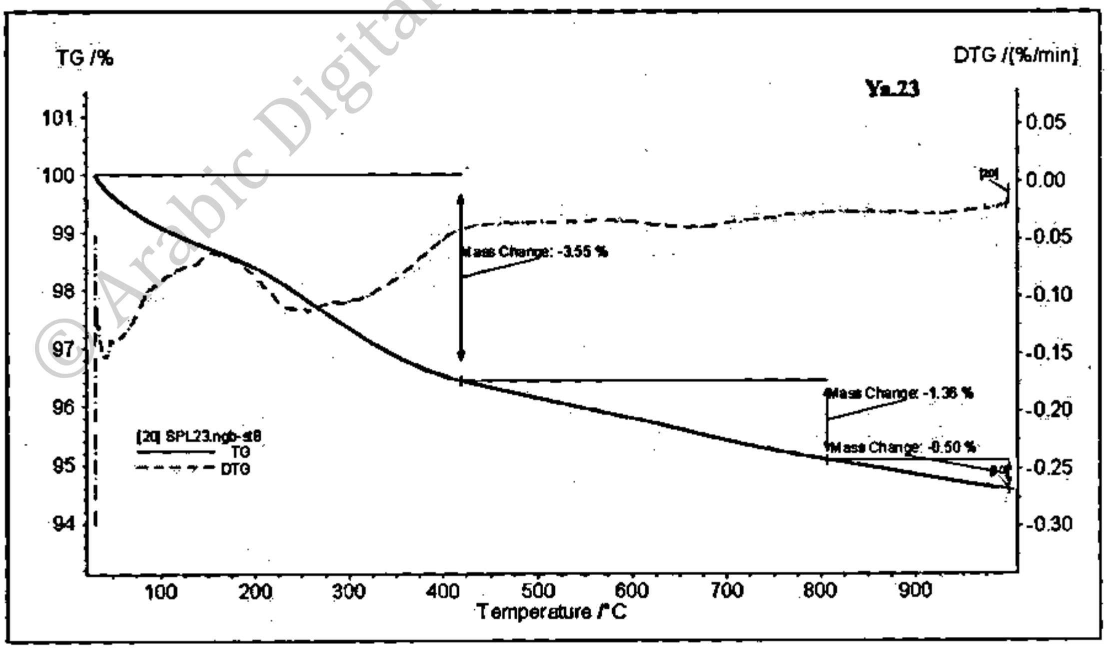
رقم العينة	فقدان الوزن			مجموع الكلي للخسارة في الوزن
	جفاف (بنقصان الماء) (١٠٠-٢٠٠)	تحلل الهيدروكسيل (٤٠٠-٦٥٠)	تحلل الكالسايت (٧٠٠-٩٠٠)	
Ya.2	- 0,42%	-1,65%	-1,17%	-4,29%
Ya.5	- 1,20%	-0,46%	———	-2,80%
Ya.8	- 0,23%	-1,16%	-1,37%	- 4,27%
Ya.9	-2,72%	1,18	———	-3,01%
Ya.14	-0,90%	-1,58%	-0,55%	-2,94%
Ya.17	-0,45%	-0,60%	-0,65%	-2,50%
Ya.19	-0,31%	-0,60%	-3,27%	-6,32%
Ya.23	-3,55%	-1,36%	-0,50%	-4,31%
Ya.25	-3,08%	-2,57%	-1,10%	-5,16%
Ya.29	-2,37%	-1,36%	———	-3,40%



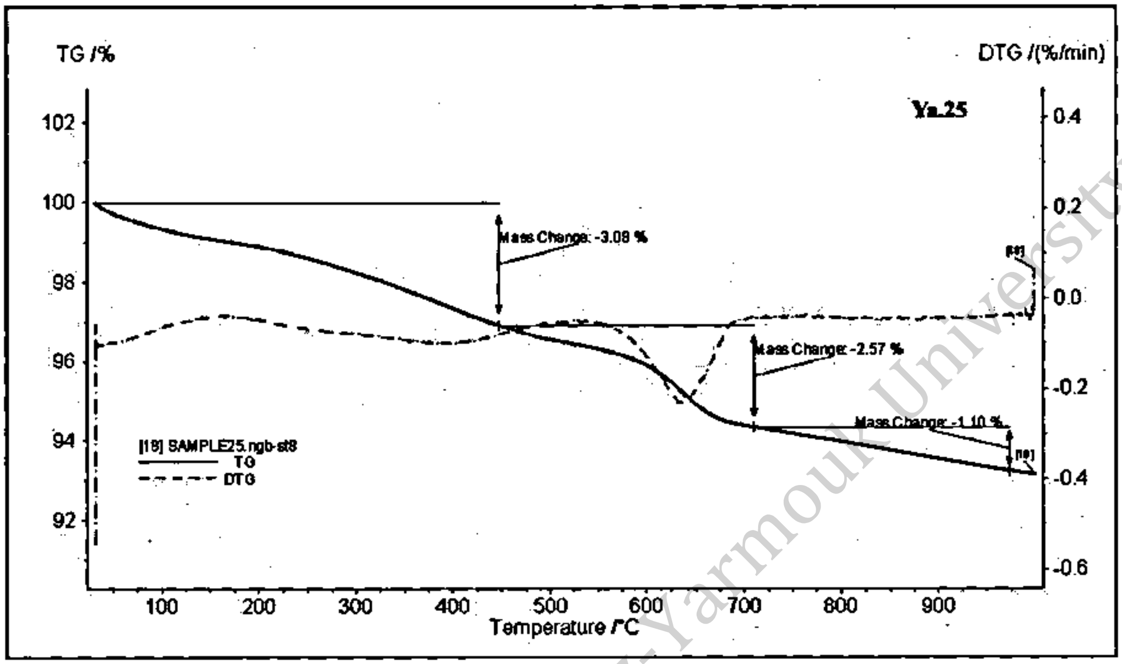
شكل ٤. ٣٠: منحنى TGA يبين التغير بوزن العينة Ya.2 من المجموعة الأولى أثناء الحرق.



شكل ٤. ٣١: منحنى TGA يبين التغير بوزن العينة Ya.14 من المجموعة الثانية أثناء الحرق



شكل ٣٢،٤: منحنى TGA يبين التغير بوزن العينة Ya.23 من المجموعة الثالثة أثناء الحرق



شكل ٤. ٣٣: منحنى TGA يبين التغير بوزن العينة Ya.25 من المجموعة الرابعة أثناء الحرق

وبالرجوع إلى جدول (٥,٤) والأشكال(٣٠,٤، ٣١,٤، ٣٢,٤، ٣٣,٤) منحنى النتائج الذي عرضته تقنية (TGA)، نلاحظ أن النقصان في الوزن مع إرتفاع درجة الحرارة كان متدني ومتقارب لجميع العينات، وعدم حدوث أي تغير فيه عند درجات حرارة من ٩٠٠س ه فأعلى أي ثباته وعدم حدوث أي نقصان فيه.

إن النقصان في الوزن على درجات الحرارة بين ١٠٠-٢٠٠س° كان بسبب فقدان وخروج الماء (الرطوبة) من العينة، أما المرحلة الثانية، والتي كانت على درجة حرارة بين ٤٠٠-٦٠٠ س°، نتجت بسبب تفكك المواد العضوية والطين الذي تشكل أثناء الدفن لفترات طويلة، وتعرف هذه العملية بتميه الطين (Rehydration)، اي أن الطين إستعاد قدر معين من الهيكل أو البناء الأصلي مع مرور الوقت (Enriquez et al, 1979; Todor, 1976; Kingery, 1974). في حين المرحلة الثالثة التي تبدأ عند ٧٠٠س ه والتي كانت بسبب تفكك الكالسايت الثانوي المتشكل من بيئة الدفن أيضاً.

إن منحنيات التحليل الحراري لا تظهر أي خسارة كبيرة ملحوظة في الوزن حيث نلاحظ وجود ثبات في الوزن على درجات حرارة تبدأ من ٩٠٠ إلى ١٠٠٠س°، حيث كانت الحد الأعلى

لعملية إعادة الحرق في هذه التقنية، وبذلك نستنتج أن درجة حرارة حرق العينات الأصلية تعدت ١٠٠٠س° وهذا يوافق ما تم الوصول إليه مع نتائج تحليل XRD.

٢,٢,٤,٤ بيئة فرن الحرق

يمكن الإستدلال من خلال لون الجسم الفخاري الناتج من عملية الحرق على ظروف جو الحرق وبيئتة (مؤكسدة، أو مختزلة بغياب الاكسجين)، وبشكل عام فان لون الطينة الفاتحه بألوان حمراء، صفراء، بنية، تدل على بيئة حرق مؤكسدة في حين تدل الطينة ذات اللون الاسود والرمادي بدرجاته على جو مختزل عموماً، كما أن هناك تأثير واضح من قبل المحتوى المعدني الأصلي المكون لطينة الجسم الفخاري، على اللون الذي تظهر فيه (أي نوع الطينة الكلسية الجيرية مقارنة بالطينة غير كلسية) (Viti et al, 2003)، تعتبر الطينة الكلسية أقل تلوين وذلك بسبب قلة إحتوائها على الحديد الملون كالهيماتايت، بينما يظهر هناك ميل من قبل الطين غير الجيري لتكوين طينة ذو لون أحمر (Molera et al, 1997).

إن الطين غير كلسي تظهر فيه أكاسيد الحديد متبلورة ومتكونة بشكل جيد مع زياده الحجم لها والإنتشار الواضح لها موازياً مع زيادة درجة حرارة الحرق، وبشكل عام فان اللون يتطور من الأحمر، أو البني الفاتح إلى الألوان الداكنة كالبني المحمر أو أحمر داكن بزيادة نسبة اكسيد الحديد (Maniatis et al, 1982). نستطيع القول أن هناك إختلاف في النتيجة التي يتم الحصول عليها بعد الحرق تبعاً لإختلاف ظروف الحرق ومدى وجود الاكسجين فيه الذي يلعب دور مهم في الحصول على جو مؤكسد أو مختزل، ويمكن الحصول على جو إختزالي في الأفران التي يتم فيها حرق الوقود مباشرة حيث ينتج عن هذا الأحتراق أول اكسيد الكربون التي تبدي ميل للإتحاد مع الاوكسجين، لذا فهي تسلب أكاسيد المعادن اكسجينها وينتج منها أول أو ثاني اكسيد الكربون، وتبقى المعادن مختزلة على سطح القطعة الفخارية المزججة فتعطي لون أخر غير متوقع في حالة التأكسد فمثلاً النحاس في جو مؤكسد يعطي ألوان الأخضر، بينما يعطي لوناً أحمرنحاسياً في جو مختزل (Rice, 1987: 337). ظهرت جميع عينات الدراسة (العجينة) بألوان فاتحة (كالأصفر، الأحمر، البني بدرجاته، الوردي) مع إحتواء بعضها في الداخل على نطاق رقيق رمادي اللون، وهذا يشير إلى عملية الحرق التي تمت في جو مؤكسد الا أنها كانت بشكل غير كامل أو كلي أو تمت بشكل سريع.

٣,٢,٤,٤ أفران حرق الفخار

بشكل عام إن الأواني المزججة تحتاج إلى درجة حرارة عالية لإنتاج الطلاء بشكل أفضل، تحتاج إلى الحماية من اللهب المباشر لذا فان الأواني الزجاجية طريق وضعها داخل حاويات واقية تسمى saggars أو Seggars. ولضمان عدم التصاق الأواني الزجاجية وتماسكها مع بعضها البعض يتم وضعها على حوامل صغيرة تسمى ركائز أو الدعائم كما يتم فصلها بعناية (Rice, 1987; Hodges, 1975).

ونظراً لحاجة الفخار المزجج لدرجة حرارة كافية فإنه يحتاج إلى نوعية أفران توفر فيها درجة حرارة عالية كما في الحرق في أفران تيار الهواء الصاعد. يعمل هذا النوع على إدخال الهواء الساخن إلى غرفة الأواني من الأسفل إلى أعلى ومباشرة عبر بلاطة مثقوبة في الفرن، تسمح بمرور الحرارة إلى الطابق الثاني من الفرن، ويعد من أفضل الأفران الذي استخدمها المسلمون لحرق الفخار المزجج ضمن حرارة أقل من ١١٠٠س° (Rye, 1981: 100; Hodges; 1989: 36-38). أما أفران تيار الهواء النازل، تعمل هذه عن طريق تزويد غرفة حرق الأواني في الفرن بالحرارة من الأعلى وما يميز هذا النوع هو ارتفاع درجة الحرارة فيها، حيث تصل إلى ١٣٠٠س° كما أن تصميمه يساعد على رفع حرارتة، حيث تفصل حجرة الأواني عن مصدر النار بجدار على فتحة في الأعلى (Rye,1981: 104). استخدم الخزاف المسلم أفران وفرت درجات حرارة تعدت ١٠٠٠س° لانتاج العينات المدروسة وهذه الحرارة لا يمكن الوصول إليها الا بإستخدام أفران التيار الصاعد أو النازل.

كما وعكست لنا النتائج السابقة براعة الصانع المسلم في عملية الحرق التي تمت لتلك الأواني المصنوعة حيث تم التحكم بدرجة الحرارة، والوصول إلى درجات حرارة عالية جداً، ومن هنا يمكننا القول من خلال التحاليل السابقة، وما تم الوصول إليه من النتائج، تؤكد أن الصانع المسلم في هذه الفترة توصل إلى تقدم واضح من حيث المهارة والدقة، من ناحية المواد المضافة ونسبتها في العجينة، وهذا جميعه يؤكد إلى صناعة الأواني بمواصفات عالية صنعت لتدوم فترة طويلة، عندما قام بإضافة مقصودة لبعض المواد المختارة دون غيرها وبنسب واضحة وثابتة، تتناسب مع الغرض التي صنعت من أجله التي تتضح من حيث وظيفة وشكل الآنية الفخارية، وجميع هذه الامور التي قام بها الصانع المسلم في مجال عملية الصناعة والحرق للفخار المزجج، تعطينا في النهاية حقيقة تتلخص بأن الصناع المسلمين كانوا بارعين في هذا المجال.

٥,٤ الخلاصة

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على المواد الأولية لكل من طلاء التزجيج والعجينة الفخارية وتقنية صناعتها، وبالتالي تحديد المصدر الجغرافي إن أمكن لعينات من الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج المكتشفة من موقع يعمون الأثري/ شمالي الاردن في الموسمين ٢٠٠٠ و٢٠٠٥.

اعتماداً على نتائج الدراسة يمكن إستنتاج بعض الملاحظات الهامة بما يتعلق بهذه الدراسة والتي تتمثل بما يلي:

- إستخدم الخزاف المسلم نفس النوع من الطين (الطين غير الكلسي غير الحديدي) مضافاً إليه، أو إحتوى اصلاً على كميات كبيرة من الكوارتز في صناعة القطع الفخارية المزججة التي تم تحليلها ودراستها، كما أثبت نتائج التحليل المعدني للقطع المدروسة بأنه تم إستيرادها إلى الموقع من المواقع المجاورة له التي اشتهرت بصناعة وإنتاج هذا النوع من الفخار، حيث أن مكونات العجينة الفخارية غير متوفرة في موقع يعمون ومحيطه وهذا دليل قاطع على إستيراد هذه القطع الفخارية.

- أثبتت نتائج التحليل الكيميائي إستخدام صانع الفخار تزجيج عالي الرصاص مع وجود بعض الإستثناءات بظهور عينتين ذات طلاء تزجيج متوسط الرصاص. إن هذا النوع من التزجيج مكن الصناع من التحكم والسيطرة على التمدد الحراري لجعل طبقة التزجيج أكثر توافقاً مع الطينة الفخارية التي تحتوي على نسبة عالية من معدن الكوارتز، إضافة على ذلك فإن وجود الرصاص يعطي الصانع إمكانية التحكم بلون ولمعان طلاء التزجيج المرغوب في الحصول عليه. وهذا دليل على إمتلاك الخزاف الأيوبي/المملوكي القدرة التقنية والمهنية، إضافة إلى معرفته وإدراكه للمواد المستخدمة لتسهيل تطبيق طلاء التزجيج وطبيعته ونوعه، حيث كان طلاء التزجيج السائد في الفترة الأيوبية/المملوكية في موقع يعمون كما في العالم الإسلامي أنذاك هو طلاء التزجيج الرصاصي وبالأخص عالي الرصاص(الرصاص- السيليكا) ويمكن تفسير ذلك بمعرفة الخزاف أن خامات الرصاص متوفرة في العالم الإسلامي، على الرغم من وفرة مواد الخام القلوية، فضل الصانع استخدام هذا النوع من التزجيج، للحصول على أفضل المواصفات الممكنه للفخار المصنوع بما يناسب الحاجة والوظيفة المصنوع لإجلها وهذا يقدم دليل أخر على وعي ومهارة الصانع، الذي أبدع في استخدام وإختيار نوع وطبيعة الطلاء ونسبة المواد المضافة للعجينة الفخارية.

- علاوةً على ذلك فإن طبيعة مادة التزجيج جاءت متوافقه مع طبيعة العجينة للجسم الفخاري من حيث معامل التمدد الحراري لهما مقارنة مع طلاء التزجيج القلوي، يمتلك التزجيج عالي الرصاص مزايا وصفات تميزه عن غيره وكان أهمها سهولة التطبيق، والحصول على خاماته المتوفرة بسهولة بتكلفة أقل، إنخفاض بعض المخاطر والعيوب التي تحدث لطلاء التزجيج (الزحف مثلا) أو تغير الشكل. كان للصفات السابقة الفضل في اختياره عن غيره من قبل الخزاف الأيوبي/المملوكي. بالإضافة ذلك فإن إنخفاض التوتر السطحي لطلاء تزجيج الرصاصي، ولمعانة وتألقة جعلته مفضلاً لإنتاج مثل هذا النوع من الفخار في هذه الفترة.

- أنتج الخزاف المسلم فخاراً مزججاً يحتوي على زخارف عديدة تتميز بألوان متوافقة مع طلاء التزجيج وبأشكال في غاية الروعة والإتقان، ونفذها بحيث تبدي مظهراً جميلاً ومناسباً لا يظهر تشوهاً في الشكل والطلاء المستخدم، واختار الطريقة المناسبة في طلاء الاواني الفخارية بما يناسب حجمها وشكلها ومكان التزجيج فيها التي تمت لأجزاء دون غيرها. وبهذا أدت طبقة التزجيج الوظيفة الرئيسية لها وهي معالجة وإخفاء العيوب التي تنتج مع الصانع أثناء عملية التصنيع والتشكيل، وسد المسامات في جسم الأنية الفخارية إن وجدت، إضفاء منظراً جمالياً على المنتج الفخاري.

- استخدم الخزاف المسلم أكاسيد النحاس والحديد لتلوين العينات المدروسة باللون الأخضر بدرجاته (أكسيد النحاس)، والبني المحمر والأصفر (أكاسيد الحديد)، وتحكم في شدة الدرجة اللونية من حيث الألوان الفاتحة – الداكنة من خلال زيادة نسبة هذه الأكاسيد أو تقليلها وإختيار العجينة الملائمة من حيث مكوناتها ونسبة المواد المضافة فيها بحيث لا تظهر أي تأثير بلون طلاء التزجيج المرغوب. فقد إختار الخزاف طينة كلسية (بلون بيج) كأرضية لطلاء تزجيج ذو لون أصفر بحيث لا ينعكس لون العجينة على لون طلاء التزجيج، بينما إختار طينة حديدية غير كلسية لإنتاج أنية ذو لون بني محمر ونفذ عليها طلاء ذو لون بني.

- تم تحضير طلاء التزجيج بتعليق خليط الرصاص- السيليكا في محلول وتطبيقه على أجسام الأواني الفخارية المصنوعة التي تم الحرق لها على مرحلتين. إستناداً على تشكل معادن الملايت والسبانيل فان الفخار الأيوبي/المملوكي المتكشف من موقع يعمون كان قد حرق على درجة حرارة أعلى من ١٠٠٠م° وهذا ما أكدته نتائج تحليل الوزني الحراري (TGA)، وهي مناسبة لبنية ومكونات العجينة الفخارية وطلاء التزجيج المستخدم، والتي يمكن الوصول اليها عن طريق الحرق في أفران تيار الهواء الصاعد أوالنازل التي ربما استخدمت في الفترة الأيوبية/المملوكية، حيث يتيح تصميمها ضمان إنتاج هذا النوع من الفخار. علاوةً على ذلك فان ألوان العجينة الفخارية (البني المحمر والبني والبيج) يقدم دليل على ظروف الحرق المؤكسدة.

- نستطيع القول بأن الخزاف الأيوبي/المملوكي كان على قدر من المهارة والدقة والوعي لمعرفته بطبيعة المواد والسيطرة عليها وكمية النسب المضافه إليها للحصول في نهاية المطاف على منتج في غاية الجودة والتصنيع.

٤.٦ التوصيات

إن الدراسات التي أجريت في الموقع إعتمدت على الناحية الوصفية عموماً فلابد من التركيز على الدراسات العلمية التي تقوم على أسس التحليل الكيميائي والمعدني وغيرهما للحصول على مخزون علمي أكبر للمواد المدروسة وذلك لجمع أكبر قدر ممكن من البيانات لعمل مقارنات مع مواقع أخرى داخل الاردن خاصة ومنطقة بلاد الشام ومصر عامة للوقوف على مصدر الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج المنتشر في معظم أنحاء الاردن وفي المحصلة النهائية يتم إنشاء و إعداد قاعدة بيانات متكاملة تحتوي على معلومات عديدة عن تحليل الفخار الأيوبي/المملوكي المزجج بحيث تمكن الدارسين من الرجوع إليها.

المصادر والمراجع

المراجع العربية

الألفي، أبو صالح.(١٩٦٧). **الفن الاسلامي**، ط١، القاهرة: دار المعارف.

البخيت، عدنان.(١٩٨٨)."ناحية بني الأعسر في القرن العاشر الهجري.السادس عشر الميلادي" **مجلة دراسات**.م، الخامس عشر.العدد السابع،عمان: الجامعة الأردنية. ص: ١٤٩-٢٦٦

البدري، علي، حيدر.(٢٠٠٢). **التقنيات العلمية لفن الخزف: التزجيج والتلوين**، الجزء الثاني والثالث، بغداد: مطبعة أوفسيت الوفاء.

حسن، زكي.(١٩٤٨). **فنون الإسلام**، القاهرة: دار الفكر.

حسين، محمود، ابراهيم.(١٩٨٤). **الخزف الإسلامي في مصر**، الهيئة المصرية العامة للكتاب.

حسين، محمود، ابراهيم.(١٩٨٨). **الخزف الإسلامي في الأردن**، القاهرة: دار الثقافة العربية

خضير، كمال.(١٩٨٨). **جيولوجيا عمان (صخور، معادن، تراكيب، مياه، جيولوجيا هندسية، جيولوجيا اقتصادية (دراسة تطبيقية)**، عمان: شقير وعكشة للطباعة والنشر والتوزيع.

الخولي، محمد.(١٩٧٥). بعض المقتنيات الحديثة من الخزف الأيوبي المحفوظة في متحف دمشق الوطني، **الحوليات الأثرية العربية السورية**، المجلد الخامس والعشرين. الجزءالأول الثاني، المديرية العامة للآثار والمتاحف، الجمهورية العربية السورية. ص: ١٥١-١٥٧.

ديماند، م.س.(١٩٥٣). **الفنون الإسلامية**، ترجمة أحمد عيسى،الطبعة الثالثة، القاهرة: دار المعارف.

رايس، ديفيد تاليوت.(١٩٧٧). **الفن الإسلامي**، ترجمة منير الأصحي، دمشق: جامعة دمشق.

الرشدان، مروان.(٢٠٠١). **الفخار الأيوبي المملوكي في موقع البدية: دراسة تحليلية مقارنة**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك: اربد.

روز، جيروم؛ النجار، محمود؛ الطرشان، نزار؛ دولوروس؛ براك، عطاالله؛ نبيل.(٢٠٠١).الموسم الثاني للتنقيبات الأثرية بموقع يعمون ٢٠٠٠، **مجلة الأنباء كلية الآثار والأنثربولوجيا**، العددالثالث والعشرين، اربد. ص: ٨-٦.

روز، جيروم؛ النجار، محمود؛ الطرشان، نزار؛ هنتون، تشارلز؛ رولف، كمبرلي.(٢٠٠٣). التنقيبات الأثرية في موقع يعمون لموسم ٢٠٠٢، **مجلة الأنباء كلية الآثار والأنثروبولوجيا**، العدد الخامس والعشرين، اربد. ص: ٩-٧

ساري، صالح.(١٩٧٩). **الفخار الأيوبي والمملوكي في بلاد الشام**. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية:عمان.

شحادة، نعمان.(١٩٩١). **مناخ الأردن**، الطبعة الاولى، عمان: دار البشير.

الشواورة، علي.(٢٠١٢). **علم المناخ والطقس**، الطبعة الاولى، عمان: دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة.

الشياب، عبد الحليم؛ روز، جيروم؛ الطرشان؛ نزار، هنتون، تشاك.(٢٠٠٢). أعمال التنقيبات الأثرية من موقع يعمون لموسم ٢٠٠١، **مجلة الأنباء كلية الآثار والأنثروبولوجيا**، العدد الثالث والعشرين، اربد. ص: ٥٤-٤٩.

الطرشان، نزار.(٢٠٠٧). أثر حركة الإيقونات في فسيفساء كنيسة يعمون: دراسة تاريخية، **مجلة الدراسات تاريخية**، العدد التاسع، دمشق. ص: ٨٩-٧٣.

الطرشان، نزار.(٢٠١١). الكنائس المعدلة معمارياً ووظيفياً في العصر الأموي في الأردن كنيسة يعمون نموذجاً، دراسات، **العلوم الإنسانية والإجتماعية**،المجلد الثامن والثلاثون، العددالثاني، عمان: الجامعة الأردنية. ص: ٦٥٨-٦٤٩.

الطوالبة، ضياء الدين، عبدالله. (١٩٩٦). **الفخار الأيوبي والمملوكي المدهون والمزجج من موقع دوحلة من القرن الثاني عشر حتى الخامس عشر: دراسة تصنيفية وتحليلية**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك:اربد.

عابد، عبد القادر، محمد.(٢٠٠٠). **جيولوجية الأردن وبيئته ومياهه**، عمان:نقابة الجيولوجين الأردنين.

عبد الخالق، هناء.(١٩٧٦). **الزجاج الأسلامي**، بغداد: دار الحرية للطباعة.

عطية، محسن.(١٩٩٤). **موضوعات في الفنون الإسلامية**. الطبعة الثانية، القاهرة: دار المعارف.

العموش، معن.(١٩٩٨). **الموضوعات الخزفية على الفخار والخزف العباسي في الفترة العباسية " نماذج مختارة"**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك: اربد.

كفافي، زيدان.(٢٠١١). **بلاد الشام في العصور القديمة: من عصور ما قبل التاريخ وحتى الأسكندر المقدوني**، عمان: دار الشروق للنشر.

النجار، محمود؛ روز، جيروم؛ الطرشان، نزار.(٢٠٠٠). الموسم الأول للتنقيبات الأثرية بموقع يعمون ١٩٩٩، **مجلة الأنباء كلية الأثار والأنثروبولوجيا**، العدد الثاني والعشرين، اربد. ص: ١١-٨

نورتن، ف.هـ.(١٩٦٥). **الخزفيات للفنان الخزاف**، ترجمة سعيد حامد، القاهرة: دار النهضة العربية.

أبو الهيجاء، سهير، صلاح.(٢٠٠٣). **الفخار الأموي من موقع خربة الذريح: دراسة مقارنة**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك: اربد.

واطسن، اوليفر.(١٩٨٥). **كنوز الفن الاسلامي**، الطبعة الاولى، دار الأثار الإسلامية: دمشق.

Abdelhamid, G. (1993). *Jarash Map Sheet No. 3145 I.* Geological mapping division. Natural Resources Authority. Amman.

Abdelhamid, G. (1995). *The geology of Jarash area, map sheet 3145 I.* Geological mapping division. Natural Resources Authority. Amman.

Abu-Jaber, N. and Al Saad, Z. (2000). Petrology of middle Islamic pottery from Khirbat Faris, Jordan. *Levant 32*: 179-188.

Afyeh, M. (1988). *Metallurgy from Ancient to Modern Ages.* Plenary Session for Egyptian Book, Cairo, Egypt.(In Arbic)

Allan, J. (1979). *Persian metal technology 700-1300 AD.* Ithaca Press, University of Oxford, London.

Allan, J.,W., Llewellyn, L., Schweizer, F.(1973). The history of so-called Egyptian faience in islamic Persia: investigation into abul-qasim's treatise, *Archaeometry 15(2)*: 165-173.

As, A. Van.(1995). Pottery Technology: Bridge between Archaeology and the Laboratory. *SHAJ.5*: 541-544.

Al- Bataineh, M.; El-Najjar, M.; Kizzia and Al- Shorman, A. (2011). The Tombs of Ya'mun: Typology and Description, *In:Ya'mun an archaeological site in northern Jordan*, Yarmouk university, Irbid: 65-87.

Bender, F. (1974). *Geology of Jordan.* Gebruder Borntraeger, Berlin, Germany.

Brown, R., M. (1992). *Late Islamic ceramic production and distribution in the southern levant: Asosio- Economic and political Interpretation,* PhD unpublished Dissertation, Binghamto University, New York.

Brownell, W. (1976). *Strucyural clay products.* Springer- Verlag, Wien New York.

Caroline Gutierrez, P.; Pradell, T.; Morlera, j.; Smith. D, A.; Climent-Font, A. And Tite.S, M.(2010). Color and Golden Shine of Silver Islamic Luster. The *American Ceramic Society 93(8)*: 2320-2328.

Castelein, O.; Soulestin, B.; Bonnet, J. B.; Blanchart, P.(2001). The in Fluence of Heating Rate on the Thermal behavior and Mullite Formation From a Kaolin RawMaterial, *Ceramics International 27(5)*: 517- 522.

Chapoulie, C.; Delery, F.; Daniel and Vendrell-Saz, M. (2005). Cuerda Seca Ceramics from AL- Andalus Isiamic Spain and Portugal (10^{th}- 12^{th} Centuries AD): investigation with SEM-EDX and cathode luminescence, *Archaeometry 47(3)*: 519-534.

Charalambous, A.; Sakalis, A.; Kantiranis, N.; Papadopoulou, L.; Tsirliganis, N, and Stratis, J.A. (2010). Cypriot Byzantine Glazed Pottery: A study of Paphos Workshops, *Archaeometry 52(4)*: 628-643.

Chen, C.Y.; Lan, G. S.; Tuan, W. H. (2000). Microstructural Evolution Of Mullite During the Sintering of Kaolin Powder Compacts, *Ceramics International 26(7)*: 715- 720.

Coughenour, R.A. (1976). Preliminary Report on the Exploration and Excavation of Magharat el- wardeh and Abu Thawab, *ADAJ* 21: 71-78.

Crupi,V.; Majolino, D.; Venuti,V.; Barone, G.; Mazzoleni, P.; Pezzino, A.; Larussa, M.; Ruffolo, S.; Bardelli, F. (2010). Non-Destructive Identification of Green and Yellow Pigments: The Case of Som Sicilian Renaissance Glazed Pottery, *Applied Physics A: Materials Science & processing 100(3)*: 845–853.

Cul Trone, G.; Rodriguez, C.; Eduardo Seastion, N.; Cazalla, O. and De latorre, M.(2014). Carbonate and Silicaite Phase Reaction During Ceramic Firing, *European Jornal of Mineralogy 13(3)*: 621- 634.

Damjanovic, L.; Antunovic, I. H.; Mico, U. Bikic, V.; Millovanovic, D. Evans.; I. (2011). Archaeometric Study of Medieval Pottery Excavated Stari (old) Res, Serbia, *Journal of Archaeological Science. 38(4)*: 818-828.

Debenedetto, G. E.; Acquafredda, P.; Masieri , M.; Quarta, G.; Sabbatini, L.; Zambonin, P.G and Tite, M.; Walton. (2004). Investigation on Roman Lead Glaze from Canosa: Results of Chemic Alanalyses, *Archaeometry 46(4)*: 625-624.

De Recheches, C. au F,R. (2010). Cooking Wares in Ancient Syria (First to 10 Th Centuries AD): Reconstructing the Production Contexts from the Comsumption Sites, *Archaeometry 52(4)*: 605-627.

Al Drabee, A. Wriekat, A. (2011). Archaeometric Characterizetion of Ancient Glazed Pottery Sherds from Khirbet Faris, Jordan by Inductivety Copled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). *Microchemical Journal 99 (2)*: 289-295.

Drebushchak, V.A.; Mylnikova, L.N.; Drebushchak, T.N. and Boldyrev, V.V. (2005). The investigation of ancient pottery: Application of thermal analysis. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 82*: 617 – 626.

Duckworth, C. N.; Corbbade la Liave, R.; Feber, E. W.,Edwards govantes, D. J.; Henderson, J. (2014). Electron Microprobe Analysis of 9th- 12th Century Islamic Glass from cordoba, Spain, *Archaeometry* (Special issue).

Duffy, K.; Janice, H. C.; Charles, P.; Swann. (2002). A study of green – glazed Ware from England And South Carolina, USA (1760-1780), *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interaction With Materials and Atoms, 189(1-4)*: 369-372.

Enriquez, C., Danon, J., and Beltrao, M. (1979). Differential thermal analysis of some Amazonian archaeological pottery, *Archaeometry 21(2)*: 183-186.

Eramo, G.; Laviaro, R.; Mari Muntion, I.; Giuliano, V.(2004).Late Roman Cooking Pottery From Tavolier Arael (Souther Italy). Raw Materials and Technological Aspects, *Journal of Cultural Heritage 5(2)*: 157- 165.

Feng Chen, Y.; Chin Wang, M.; Hsiung Hong, M.(2004). Phase of Mullite in Kaolin Ceramics, *Journal of the European Ceramic Society 24(8)*:2382-2397.

Fraser. (1973). *Glazes for the Craft Pottery*. Pitman: London.

Fredericq, D. and Franken, H.J. (1986). *Pottery and Potters and Present*. Bonn: attmpto Verlaga Tubingen Gmb H.

Fuller, M. J.(1987). *Abila of the Decapolis; A Roman- by 2 city in Transjordan*, ph.D. Dissestation, Washington University.

Goffer, Z. (1980). *Archaeological chemistry: A sourcebook on the applications of chemistry to archaeology*. John & Sons Inc, USA.

Gulmini, M.; giannini, R.; Lega, M. R.; Manna, G. And Mirti, P.(2013). Technology of Production of Ghaznavid Glazed Pottery From bust and Lashkar- I Bazar(Afghanistan), *Archaeometry 55(4)*: 569-590.

Hallett, J.; Thomson, M.; Keall, E.; and Mason, R. (1988). Archeometry Of Medival Islamic Glazed Ceramics From North Yamen, *Canadian Journal of Chemistry 66*: 266-272.

Hedeges, R. E and Moorey, P.R. (1975). Pre-Islamic ceramic glazes at Kish and Nineveh in Iraq, *Archaeometry 17(1)*: 25-43.

Hindawi, A. (2011). Tall Ya'mun; Area II and III, Iron Age Pottery and Archeticture Remains, In: *Ya'mun an archaeological site in northern Jordan* (El-Najar, M ed), Yarmouk university, Irbid: 45-65.

Hodges, H.(1975). *Artifacts of An introduction to early materials and technology*. Landon.

Hodges, H.(1989). *Artifacts of An introduction to early materials and technology (3rd ed)* London: duck worth, Gerald& Coltd.

Horn, S.H. (1974). The 1973 of Excavation at Tell Hesban, *ADAJ* 151-156.

Inanez, J. G.; Speakman, R.J.; Buxedai Garrigos, J and Glascock, M.D. (2009). Chemical Characterizetion of Tin-lead glazed Pottery from the Iberian peninsula and the canary Islands toward a better understanding of Spanish colonial pottery in the Americas, *Archaeometry 51(4)*:546- 567.

Jeon, A. Y.; No, H. G.; Kim, U. S.; Cho, W. S.; Kim, K.; Kim, J.Y.; Kim, C.M.; Kim, C.S and kang, G. (2013). M□ssbauer Spectroscpic and Chromaticity Analysis on the Colourative Mechanism of Ancient Goryeo celadom from gang jin and buan, *Archaeometry 56(3)*: 392-405.

Jerom, Rose.; El-Najjar.; Al- shiyab, H.; Turshan, N.; Chuck, H.(2014d). Tall Ya'amun 2001 Excavation, http:// cavern. Uark. Edu/~Jcrose/.

Jerom, Rose.; El-Najjar.; Turshan., N.(2014a). Tall Ya'amun 2003 Excavation, *http:// cavern. Uark. Edu/~Jcrose/.*

Jerom., Rose.; El-Najjar.; Turshan., N.(2014b). Tall Ya'amun 2004 Excavation, *http:// cavern. Uark. Edu/~Jcrose/.*

Jerom., Rose.; El-Najjar.; Turshan., N.(2014c). Tall Ya'amun 2005 Excavation, *http:// cavern. Uark. Edu/~Jcrose/.*

Jerom. Rose.; El-Najjar.;Turshan, N.; Jeff, M.(2014e). Tall Ya'amun 2002 Excavation, *http:// cavern. Uark. Edu/~Jcrose/.*

Jose-Yacaman, M. and Ascencio, J. (2000). Electron microscopy and its application to the study of archaeological materials and art preservation. In: *Modern analytical methods in art and archaeology, Ciliberto, E. Spoto,G.(eds). Chemical Analysis, Vol 155: A series of monographs analytical chemistry and its application (Winefordner, J. ed)*. A John & sonz INC., Publication. Canada: 405-436.

Karamanov, A.; Pelino, M.; Hreglich, A.(2003). Sintered Glass-Ceramics From Municipal Solid Waste- in Cinerator Fly Ashes- Part: The in Fluence of the Heating Rate on the Sinter Crystalli Sation, *Journal of The European Ceramic Society 23(6)*: 827- 832.

Khadija, L. (1992). Designs on painted Ayyubid/Mamluk pottery from Rujm El-Kursi, 1990 season. *ADAJ 36*: 345-356.

Kirmizi, B.; Gokturk, E.H. and Colomban, Ph. (2014). Colouring Agents in the pottery glazes of western Anatolia: new evidence for the use of naples yellow pigment variations during the late byzantine period, *Archaeometry* (Special issue).

Kingery, W. (1974). A note on the differential thermal analysis of archaeological ceramics. *Archaeometry 16(1)*: 109-112.

Klein, M., Jesse, F., Kasper,U. H., and Golden, A. (2004). Chemical Characterization of ancient pottery from Sudan by X-ray fluorescence spectrometry (XRF), electron microprobe analysis (EMPA) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *Archaeometry 46(3)*: 339-356.

Krishnan, K.; Freestone, I.C and Middleton, A.P. (2005). The Technology of 'Glazed' Reserved Slip Ware-A Fine ceramic the harappan period, *Archaeometry 47(4)*:691-703.

Layard, A. H. (1853). *Discoveries in the ruins of Nineven and Babylon*. G. Putnam, New York.

Lewis and Mccouchie D. (1994). *Analytical Sedimentolog*. U.S.A:Chapman & Hal Maggtti, M.

Li, W., Li, J.; Deng, Z.; Wu, J.; and Guo, J. (2005). Study on Ru ware glaze of northern Song dynasty: One of the earliest crystalline-phase separated glazes in ancient China, *Ceramics International 31(3)*: 487-494.

Maggetti, M. (1982). Phase analysis and its significance for technology and origin. *In: Archaeological Ceramics*, (Olin, J., and Franklin, A., eds) Smithsonian Institution Press, Washington D.C: 121-135.

Maggetti, M.; Baumgartner, D. and Galetti, G. (1991). Mineralogical and chemical studies on Swiss Neolithic crucibles. In: *Archaeometry' 90*, (Pernieka, E. and Wagner, A. eds): 95-104.

Maltoni, S.; Silvestri, A.; Maritan, L.; Molin, G. (2012). The Medival lead-Glazed pottery from Nogara (north-east Italy): amulti-Methodological Study, *Journal of Archaeological Science 39(7)*: 2071-2078.

Maritan, L.; Angelini, l.; Artioli, G.; Mazzoli,C.; Saracino, M.(2009). Secondary Phosphates in the Ceramic Materials From Frattes in a (Rovigo, North- Eastern Italy), *Journal of Cultural Heritage 10(1)*: 144-151.

Mason, R. and Tite, M. (1997). The Beginning of Tin-Opacification of pottery Glazes, *Archaeometry 39(1)*: 41-58.

Mirti, P. and Davit, P. (2004). New Developments in The Study Of Ancient Pottery by Colour Measurement, *Journal of Archaeological Science 31(6)*: 741- 751.

Mitra, S.(1989). *Fundamentals of Optical, Spectroscopic and X-Ray Mineralogy*. John Wiley and Sons: New York.

Mittmann, S. (1970). *Beirage Zue Seidlungs und Territorages- Cichte Des Nordlichen Ost Jordan land*. Wiesbaden: Otto Harrassowitz.

Moh'd, K, B. (2000). *The geology of Irbid and Ash Shuna Ash Shamaliyya (Waqass) map sheets No. 3154-II and 3154-III*. Natural Resources Authority (NRA) reports, Amman, Jordan. *Journal of Archaeological Science 28*: 331-340. London.

Molera, J.; Vendrell-Saz, M.; and Valles, G. (1997). Technology and colour development of Hispano-Moresque lead-glazed pottery. *Archaeometry 39(1)*: 23-39.

Al-Muheisen, Z. (1991). Yasileh: A new site in northern Jordan. *Annual of the Department of Antiquities of Jordan 35*: 341-344. Department of Antiquities, Amman, Jordan.

Al-Muheisen, Z. (1997). The Hayyan Al-Mushrif Project. *Newsletter of Institute of Archaeology and Anthropology, Yarmouk University*, No, 21.

El-Najar, M. (2011). Introduction. In: Ya'mun an archaeological site in northern Jordan, (El-Najar, M. ed). Yarmouk University, Jordan: xi.

Odlyha, M. (2000). Thermogravimetry. In :*Modern analytical methods in art and archaeology, Ciliberto, E. Spoto,G.(eds). Chemical Analysis, Vol 155: A series of monographs analytical chemistry and its application (Winefordner, J. ed)*. A John & sonz INC., Publication. Canada: 289-294.

Ozcatal, M.; Yaygingol, M.; Kara, A.; Turan, S.; Okyar., F.; Pfeiffer, S.; Nastora, O.; grupce, B.; Minceva-Sukarora. (2013a). Characterization of lead glazed potteries from Smyrna (izmir/ Turkey) Using multiple analytical techniaues: part I : glazed and engobe, *Ceramics International 40 (1B)*, Elsevier: 2143-2151.

(2013b). Characterization of lead glazed potteries from Smyrna (izmir/ Turkey) Using multiple analytical techniaues: part II : glazed and engobe, *Ceramics International 40 (1B)*, Elsevier: 2153-2160.

Pace, M.; Bianco Prevot, A.; Mirti, P. and Venco Ricciardi, R. (2008). The Technology of Production of Sasanian Glazed Pottery from Vehardasir (Central Iraq), *Archaeometry 50(4)*: 591–605.

Philon, H. (1980). *Early Islamic Ceramics. Ninth to late Twelfth Centuries*, Islamic Art Publicationions S.A.

Rhodes.D. (1975). *Ceramices. A potter hand book*: 2 Edition.

Ricci, C.; Borgla, I.; Brunrtti, B.G.; Sagmellotti, A.; Fabbri, B.; Burla, M.C. and Polidori, G. (2005). A study on Archaic Majolica from Ovieto (Central Italy), *Archaeometry 47(3)*: 557-570.

Rice, P. M. (1987). *Pottery analysis: A source book*. The University of Chicago Press, USA.

Rolletson, G.O. (1975). *Munsell soil color charts*. U.S. Dept. Agriculture handbook 18-Soil survey manual. Macbeth Division f Kollmorgen Corporation, Maryland, USA.

Rye, O. (1981) pottery Technology: Principles and Reconstruction (*Manuals on Archaeology 4*). Washington, D.C.

Al- Saad, Z. (2002). Chemical compostion and Manufacturing Technology of a Collection of Various Types of Islamic Glazes Excavated from Jordan, *Journal of Archaeological Science 29(8)*: 803-810.

Sari, S. (1992)." *Dohaleh. A New Site In Northern Jordan First Season At Excavation, 1990*", *Liber Annuus*. 42: 259-277.

Saruthan, B.; Alber, W.; Schneeider, H.; Kaysser, W. (1996). Reaction and Sintering Mechanisms of Mullite in the System Cristobalite/a-AL_2O_3 and Amorphous SiO_2/a – Al_2O_3, *Journal of the European Ceramic Society 16 (10)*: 1075- 1081.

Sauer, J.A.(1973).*Heshbon Pottery 1971*. A Preliminary Rcport on Pottery from 1971 Excavatio at tell Heshbon Berlin: Andrews University Press.

(1975).*Book Review: The Excavation at Dibon (Dhiban) in Moab* the third Compaign 1952- 1853.by A. D.

(1982). The Pottery of Jordan in the Earlu Islamic Periods, *SHAJ 1*: 329-337.

Schwedt, A.; Mommsen, H.; Zacharias, N. and Buxedal, J. (2006). Analcime Crystallzation and Compositional Profiles Comparing approaches to Detect Post – Depositional Al teration in Archaeological Pottery, *Archaemetry 48(2)*: 237-251.

Scian, P.; Relaix, S.; Roucan, C.; Kihn, yolande.; Chabanne, D. (2006). Microstructural and Microchemical Characterization of Roman Period Terrasigillate Slip from Archaeoloical Site in Southern France, *Journal of American Ceramic Society 89(3)*:1053-1058.

Scott, R.; Fassel, V.; Kniselev, R. and Nixon, D. (1974). Inductively coupled plasma optical-emission analytical spectrometry, compact facility for trace analysis of solutions. *Analytical Chemistry 46(1)*: 75 – 80.

Shepard, A. O. (1985). *Ceramics for the archaeologist*. Washington, D. C : Carnegie Institution of Washington.

Al-Shorman, A.(2005). *Provenance and technology of Ayyubid/Mamluk glazed pottery excavated from Yasileh/North Jordan: an archaeometric study, M.A* Un. published, Yrmouk university: Irbed.

Smith, R.H.(1973). *Pella of the Decapolis I.* Wooster, Ohio: College of Wooster.

Sondi, I. and Slovene, D. (2003). The Mineralogical Characteristis of The Lamboglia 2 Roman- Age amphorae From the Central Adriatic (Coratia), *Archaemetry 45(2)*: 251-262.

Tite, M. S. (1972). *Methods of Physical examination in archaeology.* Seminar Press LTD. London and New York.

Tite, M. (2010). The Technology Of Glaed Islamic Ceramics Using Data Colleted By The Late Alexander Czmarczyk, *Archaeometry 53(2)*: 329-339.

Tite, M.; Freestone, I. and Bimson, M. (1984). A technological Study of Chinese porcelain The Yuan dynasty, *Archaeometry 26(2)*:139-145.

Tite, M.; Freestone, I.; Mason, R.; Molera, J.; Vendrell-Saz, M.; and Wood, N. (1998). Lead glazes in antiquity-methods of production and reasons for use. *Archaeometry 40(2)*: 241-260. Great Britain.

Tite, M.; Hughes, M.; Freestone, l.; Meeks, N. and Bimson, M.(1990). In: *The ancient metallurgy of copper*,Rothenberg, B.(ed). Institute for Archaeo-Metallurgical Studies, University of College London: 158-175.

Todor, D. (1976). *Thermal analysis of minerals.* Tunbridge Wello, Abacus Press.

Traore, K.; Simeon Kabra, T.; Blanchart, P.(2003). Gehenite and Anorthite Crystallisation From Kaolinite and Calcite Mix, *Ceramics International 26(4)*: 377.

Turshan, Nizar.(2010). The Magi: a Rare Mosaic Floor in the Ya'amun Church (Jordan), *Greek, Roman, and Byzantine Studies 50*: 616-624.

Turshan, Nizar. And Matthew Cox.(2011). Y'amun Wine Press. *In: Ya'mun an archaeological site in northern Jordan (El-Najjar, M. ed)*, Yarmouk university, Irbid: 123-145.

Turshan, Nizar. and Melinda Loyd. (2011). Y'amun Church From The 6th Century A.D. To the 12th. *In: Ya'mun an archaeological site in northern Jordan (El-Najjar, M. ed)*, Yarmouk university, Irbid: 145-175.

Tushingham, A.D.(1972). The Excavation at Diban (DHIB An) in moab. The third Campaign. 1952-53. *Annual of the American School of Oriantal Research* 40-59-150.

Viti, C.; Borgia, I.; Brunetti, B.; Sgamellotti, A.; and Mellini, M. (2003). Microtexture and microchemistry of glaze and pigments in Italian Renaissance pottery from Gubbio and Deruta. *Journal of Cultural Heritage 4*: 199-210.

Walton, M.S. and Tite, M. (2010). Production technology of roman lead-glazed pottery and continuance into late antiquity, *Archaeometry 52(5)*: 733-759.

Weber, T.(1987). "Gadara of the Decapolis a summary of the 1987 season at Umm Qeis." *ADAJ*. 32: 349-352.

WentWorth, Ch.(1922). ascale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments, *Journal of Geology 30(5)*: 377-392.

Wolf, S.; Stos, S.; Mason, R.; and Tite, M.(2003). Lead Isotope Anlayses Of Islamic Pottery Glazes From Fustat,Egypt, *Archaeometry 45(3)*:405-420.

Young, S. and Mark Pollard, A.(2000). Emission Spectroscopy (Optical and ICP). In: *Modern analytical methods in art and archaeology, Ciliberto, E. Spoto,G.(eds). Chemical Analysis, Vol 155: A series of monographs analytical chemistry and its application (Winefordner, J. ed)*. A John & sonz INC., Publication. Canada: 31-46.

Zuluaga Cruz, M.; Olazabal Alonso, A.; Olivares, M.; Ortega, L.; Murelaga, X.; Bienes Jose, J.; Sarmiento, A.; Etxebarria, N. (2012). Calssification of potteries form chrisitian and muslim territories(late medieval ages,IX –XIII Centuries) by Micro-Raman Spectroscopy, *Journal of Raman Spectroscopy 43(11)*: 1811-1816.